

FACULTÉ DES LETTRES DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

LA

GÉOGRAPHIE D'ÉRATOSTHÈNE

THÈSE PRINCIPALE

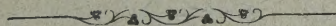
POUR LE DOCTORAT ÈS LETTRES

Présentée à la Faculté des Lettres de l'Université de Paris

PAR

A. THALAMAS

Agrégé d'Histoire et Géographie
Ancien boursier de Sorbonne
Inspecteur d'Académie du Nord



IMPRIMERIE Ch. BARBIER

9 et 11, Rue de la Pourvoirie

VERSAILLES

1921

THÈSE
POUR
LE DOCTORAT

FACULTÉ DES LETTRES DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

LA
GÉOGRAPHIE D'ÉRATOSTHÈNE

THÈSE PRINCIPALE

POUR LE DOCTORAT ÈS LETTRES

Présentée à la Faculté des Lettres de l'Université de Paris

PAR

A. THALAMAS

Agrégé d'Histoire et Géographie
Ancien boursier de Sorbonne
Inspecteur d'Académie du Nord



IMPRIMERIE Ch. BARBIER

9 et 11, Rue de la Pourvoierie

VERSAILLES

1921

La Faculté n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans les thèses : ces opinions doivent être considérées comme propres à leurs auteurs.

GÉOGRAPHIE D'ÉRATOSTHÈNE

OBSERVATIONS PRÉLIMINAIRES

I

IMPORTANCE DE L'ŒUVRE GÉOGRAPHIQUE D'ÉRATOSTHÈNE

De tous les géographes de l'antiquité Eratosthène est sans doute celui dont il y aurait le plus intérêt à connaître avec précision les idées. Il est en effet celui qui a élevé la description de la terre au rang de science, en donnant une forme mathématique positive aux hypothèses qui, avant lui, avaient cours sur notre globe et en tirant, pour la première fois, un système géographique des renseignements de tout ordre et de toute valeur épars jusque-là dans un grand nombre d'ouvrages très divers.

Sans doute, antérieurement à lui, beaucoup d'écrivains peuvent fournir des indications précieuses tant sur la connaissance de certaines régions que sur la manière dont une élite de penseurs se représentait notre planète et la fraction de sa surface qu'on savait habitée. Mais aucun de ces auteurs ne s'était proposé pour but spécial de ses efforts la seule description de notre sphère et du monde connu ou ne s'était astreint à une méthode rationnelle de mesure, de tracé et d'exposition.

Les uns étaient des philosophes, placés à un point de vue

métaphysique et pour lesquels la théorie précédait l'observation au point de rendre celle-ci inutile ou à tout le moins extrêmement accessoire. Seuls les plus récents d'entre eux, surtout depuis le milieu du iv^e siècle A. C., avaient appuyé leurs hypothèses sur des données fournies par une science astronomique en progrès sans doute mais dont on aurait tort de s'exagérer la qualité et les résultats. Cependant, même chez Aristote, qui a pourtant donné, sous une forme vraiment classique, l'exposé d'ensemble des idées généralement admises de son temps, on ne trouve pas trace d'un écrit consacré à la description spéciale de la terre : c'est de ses traités sur le Ciel, sur les Météores et sur l'Univers (si du moins on admet l'authenticité de ce dernier) qu'il faut extraire les diverses idées exprimées par lui sur la géographie. Néanmoins Aristote a eu le sentiment qu'un nouveau mode de description de la terre s'imposait et qu'un mot original était nécessaire pour le désigner : c'est dans le traité sur l'Univers qu'apparaît le verbe γεωγραφειν. Si la spéculation pure a fini par conduire à des recherches qui ont abouti à une vraie « géométrie », c'est le *Traité des Mesures* d'Eratosthène qui a été la manifestation cohérente et solide de cette application à notre planète des vérités mathématiques fondamentales.

En dehors des philosophes, ceux qui ont contribué à la connaissance progressive du monde ne furent pas non plus de véritables géographes. Les uns ont été des littérateurs amenés par les besoins de leurs ouvrages à développer, au moins par endroits, leurs vues sur les divers pays de la terre habitée : tels sont les historiens qui, comme Hérodote, Ctésias ou Ephore, ont cherché à définir le cadre physique des événements qu'ils racontaient ; tels sont les explorateurs, nombreux surtout depuis l'époque d'Alexandre et qui ont relaté les observations recueillies dans les missions militaires ou commerciales dont ils avaient été chargés : Hannon et Xéno-

phon d'une part, Pythéas, Néarque, Mégasthène et Patrocle d'autre part sont les plus illustres représentants de cette catégorie d'auteurs.

L'autre catégorie est constituée par des écrivains qui ont déjà quelque apparence de géographes mais qui se sont proposé presque exclusivement d'établir des recueils de renseignements pour les voyageurs par terre ou par mer, pour les négociants et les stratèges. Fabricants de planches métalliques gravées (πίνακες) portant un dessin topographique rudimentaire et sans bases métriques définies ; compositeurs de traités sur les ports, d'itinéraires de circumnavigation (περίπλους), de guides ou voyages autour du monde (περιήγησις ou περίοδος) qui n'étaient que des revues des côtes ou des répertoires des routes et des pays traversés par elles ; dresseurs de *stathmes* ou tableaux des étapes usitées dans la circulation militaire et commerciale, tous ont eu des buts pratiques ou techniques. Leur œuvre, qu'on a fini par désigner d'ordinaire sous le terme général de περίοδος (1) n'avait pas pour but de procéder à une description scientifique du monde connu. Les Milésiens qui les premiers ont manifesté des intentions géographiques, Anaximandre et Hécatee, ne se sont pas élevés au-dessus d'une topographie sommaire, écrite ou figurée, rayonnant autour d'une ville grecque prise pour centre. Le plus notable prédécesseur d'Eratosthène, Eudoxe de Cnide, ainsi que ses précurseurs immédiats, Dicéarque et Timosthène, s'ils ont essayé d'établir soit par observations astronomiques soit par recoupements ou additions d'itinéraires quelques mesures précises, n'ont pas abouti à sortir la géographie des limbes. Dicéarque lui-même, bien qu'il ait posé le principe

1. Les cartes mêmes ont pris le titre de tablettes contenant le tour du monde, *πινάκιον ἔχον γῆς περίοδον*. Elieen (*Var. Hist.* III, 28) emploie le mot à propos d'une anecdote relative à Alcibiade. La première *periodos* connue est attribuée à Hésiode par Strabon qui en cite deux vers (Strabon, VII, 3 § 7 et § 9). La première *periodos* ou *périégèse* en prose est celle d'Hécatee.

de construction d'une carte scientifique en traçant les deux coordonnées fondamentales gardées depuis par toute l'antiquité, n'a pas disposé de renseignements suffisants pour arriver à une utilisation rationnelle et complète de son procédé.

Ainsi, en géographie descriptive comme en géographie mathématique, c'est Eratosthène qui a eu le mérite d'accomplir l'effort décisif. Sans doute il ne l'a pas amené jusqu'à la perfection. Il s'en est tenu à une géométrie générale de la sphère, sans aborder même le problème des projections. Sa construction d'une carte plate par sphragides, si elle constitue la partie la plus originale de son système géographique, n'a été qu'une forme de transition, trop artificielle pour ne pas être éphémère. Enfin la faible étendue du monde alors connu l'a obligé de laisser à un lointain avenir le soin de pousser l'esprit de synthèse jusqu'à fondre en un seul ensemble l'étude des mesures et divisions de notre globe et la description méthodique des pays de sa surface. Mais tout cela ne saurait empêcher que ce soit Eratosthène qui ait placé sur un terrain positif et expérimental les connaissances d'antan, qui les ait ordonnées et qui les ait orientées dans le sens purement scientifique. Avant lui il y avait une matière géographique qui paraît bien n'avoir consisté qu'en une masse amorphe ou à peine dégrossie de conceptions philosophiques ou théoriques et d'informations, souvent contradictoires, disséminées dans des descriptions historiques, des récits de voyages et des recueils techniques. Après lui il y a eu une géographie et ceux mêmes qui, comme Polybe et Strabon, ont voulu revenir à des procédés de description littéraire et pittoresque, ont été forcés de garder, au moins comme préambule, comme cadre général et comme base l'essentiel de la solide fondation ératosthénienne.

II

POSITION DE LA QUESTION

On conçoit donc combien il serait précieux de pouvoir reconstituer complètement l'effort du grand savant cyrénéen. Seulement est-il possible d'y parvenir ?

Il suffit d'être un peu au courant des difficultés et des lacunes qu'offre la bibliographie géographique ératosthénienne pour se rendre compte que nul ne saurait prétendre retrouver intégralement le contenu d'une œuvre réduite à une poussière de fragments aussi variés dans leur origine qu'inégaux en étendue et en valeur. Peut-on au moins, grâce aux éléments dont nous disposons actuellement, entreprendre avec quelques chances de succès un exposé des conceptions essentielles d'Eratosthène et du lien qui les unissait entre elles ?

Le présent travail a pour but d'apporter à cette question une réponse affirmative. Certes je ne me dissimule ni les lacunes, qui rendront une pareille étude nécessairement incomplète et peut-être sur certains points hasardeuse, ni le danger qu'il y a à s'attaquer à un sujet que les plus illustres représentants de la science académique française et de la philologie germanique n'ont pas réussi à traiter d'une manière satisfaisante ni même à envisager dans son ensemble. Néanmoins j'estime que les problèmes relatifs à la géographie ancienne et en particulier ceux que soulèvent les fragments ératosthéniens sont maintenant assez dégrossis pour rendre possible et même nécessaire un essai de synthèse. Je suis même porté à croire que, si depuis environ un quart de siècle aucune contribution nouvelle, même pour un détail, n'a été apportée aux recherches sur Eratosthène, la cause de cet arrêt est le besoin de procéder d'abord à une mise au point

des résultats considérables mais encore confus qu'a atteints l'érudition dans la fin du **xix^e** siècle. Ne ferait-on que fournir par là une base ferme à de nouvelles et décisives discussions qu'on aiderait déjà beaucoup au progrès. Cette observation suffirait à elle seule à légitimer la présente tentative, même si elle risquait de paraître audacieuse : on a parfois autant de mérite à bien poser un problème qu'à réussir à en donner une solution parfaite.

Le succès d'une telle entreprise dépend de deux conditions essentielles.

D'abord il faut établir avec précision une méthode d'appréciation et des règles logiques d'interprétation pour les sources extrêmement variées et inégales en qualité d'où peut être tirée une connaissance positive des idées d'Eratosthène. Le critique se trouve en effet ici dans une situation très spéciale. La seule base sur laquelle il puisse construire est composée de matériaux presque toujours médiocres et tout petits, extraits d'auteurs de second ordre qui parlent souvent non d'après le texte original mais par ouï-dire, qui sont parfois malveillants ou incompetents et dont les plus importants, Strabon et Pline d'une part, Cléomède, Galien et Achilles Tatius de l'autre, sont de deux à six siècles postérieurs à Eratosthène. Si l'on plaçait sur le même plan tous ces éléments, en se bornant à retenir les renseignements spéciaux qu'ils contiennent, on manquerait aux principes les plus élémentaires de la critique du témoignage et l'on s'exposerait à prendre pour point d'appui une erreur de copie ou d'interprétation de Pline, une maladresse de résumé de Strabon ou de Capella, une expression impropre d'un scholiaste ou d'un lexicographe, une méchanceté ou une confusion de Marcien d'Héraclée. Il convient au contraire de peser avec soin toutes ces informations dans la même balance et de les regarder en quelque sorte dans la perspective du temps. C'est faute d'avoir

pris cette précaution désagréable mais indispensable que nombre de commentateurs ont perdu de vue la réalité. Cependant, comme les données sur la vie et la personne d'Eratosthène ou sur ses deux ouvrages fondamentaux proviennent de sources très différentes et fourniront à tour de rôle la matière d'une partie de mon exposé, c'est au début de chacune d'elles que sera tenté cet examen critique.

La seconde condition nécessaire à un travail d'ensemble est d'avoir sur l'évolution de la géographie grecque et des mathématiques grecques des connaissances suffisantes pour replacer dans son milieu technique l'effort ératosthénien et pour en apprécier sans trop d'incertitude la nature, la portée et l'influence. Ici sans doute le terrain est loin encore d'être partout absolument ferme. Mais les travaux sur l'Égypte au temps des Lagides sont assez avancés pour permettre des affirmations générales solides sur la société dans laquelle vécut Eratosthène. En géographie on possède, depuis la fin du *xix^e* siècle, des notions suffisamment claires, sinon sur le détail complet des périodes ou des œuvres, du moins sur le sens et l'importance des progrès accomplis. Sans avoir besoin d'entrer dans l'énumération des nombreux travaux spéciaux, les gros ouvrages de E. H. Bunbury (1879) et de Hugo Berger (1903 2^e éd.) ainsi que les manuels de H. Kiepert (1878) et H. F. Tozer (1897) constituent, tant pour l'histoire narrative et descriptive des découvertes et des œuvres que pour l'analyse des conceptions scientifiques, des répertoires capables de renseigner et d'orienter les chercheurs (1).

La situation est moins favorable en ce qui touche l'évolution et les progrès des sciences astronomiques, géométriques et physiques dans l'antiquité. En effet si les ouvrages généraux

1. L'histoire générale de la géographie et des découvertes par Vivien de Saint-Martin est déjà un peu ancienne et, pour l'antiquité, trop superficielle. En ce qui touche Eratosthène elle est, sur bien des points, démodée. L'histoire de la science géographique de Peschel est meilleure et contient des parties originales et encore intéressantes.

anciens, comme l'*Histoire des mathématiques* de Montucla-Lalande, l'*Histoire de l'astronomie* de Schaubach ou celle de Delambre, la *Métrologie* de Hultsch, sont toujours indispensables à consulter (1), ils ont été dépassés, et sur bien des points renouvelés, par une pléiade de travaux postérieurs que leur dispersion, leur spécialisation et leur technicité rendent moins accessibles. De plus le progrès même des études sur les sciences antiques a démontré que la partie la moins sûre de leur histoire est justement celle qui intéresse le plus notre sujet. Sans doute il y aurait aujourd'hui quelque exagération à répéter ce que disait en 1887 P. Tannery de l'histoire des Mathématiques anciennes : « Ecartons de l'histoire des mathématiques « la partie purement bibliographique... que reste-t-il en réalité ? « Un tissu de conjectures, qui sont d'ailleurs à tous les degrés « de probabilité depuis celui qui vaut presque la certitude « jusqu'à celui qui diffère à peine du doute, pour ne pas parler des hypothèses encore moins favorisées ; et encore ce « tissu ressemble assez à la toile de Pénélope (2). » Mais il est malheureusement trop vrai que c'est seulement depuis l'école d'Alexandrie que l'histoire de la science grecque commence à émerger des obscurités et des incertitudes. Cependant la probabilité des résultats obtenus par la critique a toujours été en augmentant et, au prix d'un effort ingrat sans doute et délicat, on peut espérer arriver à déterminer suffisamment les notions indispensables à l'intelligence générale de l'œuvre géographique d'Eratosthène (3).

1. Jean Etienne Montucla, *Histoire des mathématiques*, nouvelle édition. Paris, an VII, in-8°. Bibl. Nat. V. 6031.

J.-B.-G. Delambre, *Histoire de l'astronomie ancienne*. Paris, 1817, 2 vol. in-8°. Bibl. Nat., V. 8176-77 et V. 13950-51. Pour Schaubach et Hultsch voir ma Bibliographie ératosthénienne.

2. Paul Tannery, *la Géométrie grecque*. Paris, 1887, in-8°. Bib. Nat. 8° V. 9701.

3. J'indique ici non une bibliographie des travaux récents mais une liste des auteurs qui m'ont été le plus utiles comme orientation générale. Ce sont pour la France les ouvrages de Tannery, Gas. M. Milhaud, Th. H. Martin ; pour l'Italie celui de Gino Loria ; pour l'Angleterre, ceux de G. Johnst. Allman et Wil. Ridgeway ; pour l'Allemagne, ceux de Doerpfeld,

III

DIVISION DU TRAVAIL

Les considérations qui précèdent paraissant de nature à légitimer mon entreprise, je n'ai plus qu'à en indiquer le plan.

La personne et la vie d'Eratosthène ne sont point assez connues pour qu'on puisse compter obtenir des indications qui permettent d'établir des rapports certains entre l'homme et son œuvre. Néanmoins on possède sur lui et sur le milieu où il a vécu assez de renseignements pour rectifier certaines erreurs répandues sur le personnage, pour éclairer plusieurs parties notables de ses recherches et surtout pour mieux comprendre la nature et la portée de son effort, en le replaçant dans le milieu où il a été accompli.

D'autre part les conclusions de mon étude Bibliographique m'autorisent à affirmer qu'Eratosthène a exposé en deux ouvrages distincts ses idées sur la géographie de la sphère et ses conceptions sur la géographie de la terre habitée. D'ailleurs, même au cas où cette division ne serait pas donnée par les écrits d'Eratosthène, elle s'imposerait pour la clarté de l'exposition et en vertu de la différence qui existait dans l'antiquité entre ces deux ordres de recherches.

On examinera donc successivement :

- 1° L'homme et le milieu ;
- 2° La description mathématique du globe ou la géométrie d'Eratosthène ;
- 3° La description des régions connues ou la géographie d'Eratosthène.

Nissen et Th. Gomperz ; pour le Danemark, celui de Hier. G. Zeuthen (trad. française de Jean Mascart). Ceux de ces livres qui ne sont pas déjà cités avec précision dans mon Etude bibliographique le seront plus loin.

IV

INDICATIONS BIBLIOGRAPHIQUES GÉNÉRALES

Il ne serait pas utile de placer au début de cette étude une bibliographie générale qui ne ferait guère que répéter ou résumer les indications contenues dans mon travail spécial à la Bibliographie géographique ératosthénienne. Mais, sans préjudice des références particulières qu'il m'arrivera d'être parfois obligé de fournir au cours du développement, chaque partie sera pourvue d'une introduction qui contiendra les observations indispensables sur ce point.

Je me bornerai donc ici à deux remarques fondamentales :

1^o En principe, afin de faciliter le contrôle, toutes les citations seront faites d'après l'édition des fragments poétiques d'Eratosthène par Edouard Hiller (Leipzig 1872 in-8°) et d'après l'édition des fragments géographiques d'Eratosthène par Hugo Berger (Leipzig 1880 in-8°.) Seul Strabon sera mentionné d'après l'édition Muller-Dubner de la collection Didot (Paris 1853-57 in-8°). Ce mode de citation n'implique nullement une adhésion au classement ni au mode de présentation des fragments adoptés par Hugo Berger, pas plus qu'à ses idées directrices. Il a été choisi comme le plus commode et exclusivement pour des raisons d'ordre pratique. Il ne sera dérogé à cette règle que lorsque la nature des choses l'exigera absolument.

2^o Dans les répertoires sommaires placés au début de chaque partie les titres seront donnés dans la forme employée à la Bibliothèque Nationale et ils seront accompagnés des cotes de cette Bibliothèque, sauf lorsqu'il s'agira d'ouvrages courants ou lorsque cela m'aura été impossible.

PREMIÈRE PARTIE

L'HOMME ET LE MILIEU

CHAPITRE PREMIER

BIBLIOGRAPHIE SPÉCIALE

1° ETAT DE LA QUESTION

Dans l'ensemble des questions relatives à Eratosthène celles qui ont trait à sa personne et à sa vie sont les plus obscures. Elles le sont si fortement qu'il est presque impossible d'ordinaire de les résoudre en affirmations solides, même pour les points essentiels. Les documents en effet sont ici non seulement tout à fait incomplets mais encore insuffisants, en qualité plus même qu'en quantité. Les plus importants ont contre eux le terrible désavantage d'être tellement tardifs qu'ils ressemblent moins à une source qu'à un de nos travaux d'érudition, si toutefois on peut appeler érudits des compilateurs d'ordre très inférieur. On a donc été réduit à user presque exclusivement de conjectures basées sur des déductions toujours hasardeuses et souvent trop subjectives ainsi que sur des comparaisons de textes douteux. Cependant il s'est peu à peu établi une sorte de tradition biographique ératosthénienne, qui a d'ailleurs varié suivant les âges philologiques. La première forme de ces ensembles d'à-

peu près vient de l'érudition polymathique et a eu son plein développement lors de la renaissance ératosthénienne, d'Ancher à Bernhardt; celle qui est aujourd'hui courante est l'œuvre de la philologie allemande et a trouvé son expression la plus parfaite dans l'ouvrage de Fr. Susemihl sur la littérature grecque à l'époque alexandrine (t. I, p. 408 sqq.), et dans l'article de Knaack.

Quelque ingrat et délicat que soit un pareil effort j'essaierai de m'affranchir de l'une et de l'autre, en restant, comme toujours et aussi exclusivement que possible, sur le terrain du document même, car si discutable qu'il soit, il a sur la conjecture la supériorité d'être malgré tout une source affirmant un fait. Je demeurerai ainsi fidèle à l'esprit de la science française si heureusement caractérisé, à propos de l'auteur de notre texte fondamental, Suidas, par un des plus modestes et des plus utiles collaborateurs de la série ancienne des *Mémoires de l'Académie des Inscriptions et Belles Lettres* (1). « Je ne sais si on me permettrait d'appuyer cette « vérité de l'autorité de Suidas. Ce grammairien est un peu « décrié et mérite de l'être parce qu'il n'a fait que copier ses « devanciers avec si peu de discernement qu'il se contredit « parfois d'une ligne à l'autre, ce qui lui est arrivé en particulier dans les endroits où il a parlé des mesures Mais, « quoique son témoignage ne suffise pas seul pour établir « une nouvelle opinion, il est permis de faire observer que « ce qu'il a avancé un autre l'avait dit avant lui. Ce n'est « pas lui qu'on considère, mais l'auteur qu'il avait sous les « yeux en écrivant et parce que ses originaux ont pu être « aussi éclairés qu'il l'était peu on ne regarde ses contradictions que comme les effets d'une ignorance qui peut nous « être utile en nous engageant à expliquer ce qu'il n'a pas « entendu ».

1. De la Barre, *Mémoires de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres*, t. XIX, p. 516.

Le progrès des études contemporaines, et en particulier de la papyrologie, a apporté d'autre part sur l'Égypte au temps des Lagides des notions assez claires pour permettre d'aviver la lumière un peu pâle et vacillante des sources purement ératosthénienne. Grâce aux savants anglais, allemands et français, qui ont donné ici l'exemple de la plus noble et de la plus féconde émulation, l'histoire de la dynastie des Ptolémées et la description des institutions qui ont fonctionné dans leurs domaines sont dès maintenant assez avancées pour fournir sur les milieux cyrénéens et alexandrins où a vécu notre auteur des indications qui limitent et précisent le champ des conjectures et offrent parfois pour certains points des éléments précieux d'orientation non seulement pour la biographie mais aussi pour la géométrie et la géographie d'Eratosthène. Ces informations, indirectes sans doute mais bonnes, n'ont, à mon avis, pas été jusqu'ici assez utilisées pour l'explication d'Eratosthène et de son œuvre.

Les répertoires les plus commodes, en ce qui touche la personne d'Eratosthène et les milieux où il a vécu, sont constitués par cinq ouvrages fondamentaux : pour l'Égypte ptolémaïque l'*Histoire des Lagides* de A. Bouché-Leclercq ; pour Alexandrie le guide de E. Breccia, *Alexandrea ad Ægyptum* ; pour sa bibliothèque le livre de Théod. Birt, *Das Antike Buchwesen* ; pour Eratosthène l'article de Knaack dans la *Reale encyclopedie* de Pauly et la *Griechische litteratur in der Alexandriner zeit* de Fr. Susemihl (1). On trouvera là très facilement les références essentielles indiquées avec toute la précision désirable. Ces indications sont données chez Knaack avec une netteté un peu raide et étroite et à un

1. A. Bouché-Leclercq, *Histoire des Lagides*, 4 vol. Paris, 1903-7 in-8°. Bib. Nat. O^a 1095 ; Fr. Susemihl, *Griechische litteratur in der Alexandriner zeit* 2 vol. Leipzig, 1891-1892, in-16. Bib. Nat. 8° Z 13049 ; E. Breccia, *Alexandrea ad Ægyptum*. Bergame, 1914, in-16 (franç.) ; Théod. Birt, *Das Antike Buchwesen*. Berlin, 1882, in-16. Bib. Nat. 8° Q 627.

point de vue trop exclusivement allemand ; la méthode de Susemihl est plus large et plus sûre et, malgré l'antériorité de son ouvrage, c'est encore celui des deux qui est le plus utile à consulter ; bien que la belle étude de Bouché-Leclercq soit récente, elle est déjà dépassée sur plusieurs points, mais sa bibliographie reste la plus commode et elle est présentée sous une forme aussi claire qu'alerte. Abstraction faite de ces différences de tempérament, ces trois publications contiennent des renseignements de valeur égale et auxquels on ne peut guère ajouter que quelques détails. Les deux autres volumes sont des guides remarquablement clairs et sûrs.

Mon sujet propre étant la biographie d'Eratosthène considérée surtout dans la mesure où elle peut servir à mieux comprendre son œuvre géographique, j'insisterai seulement sur ce qui se rapporte à cette question.

Elle est peu éclairée par les divers éditeurs d'Eratosthène. Hugo Berger s'est astreint à rester sur le terrain purement géographique. Il a laissé systématiquement de côté tout ce qui touchait à la biographie ; il a réduit le texte de Suidas à un extrait relatif au séjour d'Eratosthène en Egypte et à l'universalité de son œuvre ; il n'a retenu que les divers jugements sur sa description de la terre ; il ne cite si longuement le début du chapitre 2 du livre I^{er} de Strabon que parce que ce passage constitue à la fois une opinion sur l'homme et une indication de la méthode et de l'esprit qui inspirent les vues du géographe d'Amasée sur son prédécesseur. Les trois autres éditeurs d'Eratosthène ont sans doute consacré un développement spécial à la vie de leur auteur. Mais chez Seidel ce chapitre est superficiel, peu soigné et n'apporte rien d'intéressant ou d'original. Chez Bernhardt au contraire il est assez riche en textes ; seulement l'exposé est placé sur le terrain polémique et subjectif et il consiste surtout en diatribes contre Suidas et en panégyrique d'Eratosthène : aussi

ne reste-t-il pas grand chose de solide parmi les jugements sommaires de ce philologue passionné. Ancher a très clairement, quoique trop sèchement, réuni, sous la forme de notes à ses 27 lignes biographiques, tous les textes connus de son temps. C'est encore chez lui qu'on trouve le répertoire le plus commode parmi ceux qu'on doit aux éditeurs d'Eratosthène. Mais il est démodé et vraiment incomplet.

2° ETUDE DES SOURCES

Si maintenant on se reporte aux sources elles-mêmes, on les trouve à la fois assez nombreuses, fort inégales en valeur et extrêmement pauvres en détails précis et sûrs.

Elles forment d'après leur âge deux catégories assez différentes, correspondant d'une part à l'antiquité classique, d'autre part au Bas Empire romain et byzantin.

Même en poussant jusqu'au début du iv^e siècle P. C. la durée de l'antiquité classique, cette période, qui devrait être la plus riche et serait en tout cas la plus digne de foi, ne fournit à peu près rien sur la personne d'Eratosthène.

Trois documents seulement peuvent être considérés comme contemporains de notre auteur et tous trois sont des épigrammes qu'on trouve dans l'*Anthologia Palatina* (1). La première (t. III, ch. I, ép. 119) est d'Eratosthène lui-même : c'est celle qui termine la lettre à Ptolémée Evergète sur le doublement du cube. Elle indique seulement, à notre point de vue, que son auteur était un courtisan habile et assez influent pour exprimer à son souverain des vœux politiques relatifs à l'héritier du trône. La seconde épigramme est d'Archimède et est adressée à Eratosthène (t. III, ch. VII, ép. 5).

1. F. Dubner, *Anthologia Palatina... instruxit graece et latine*. Paris, 3 vol., 1854, in-16. Bibl. Nat. casier BL 77-79.

Le célèbre Syracusain propose très aimablement à la sagacité de son correspondant un problème relatif au nombre des bœufs d'Hélios. Le texte nous apprend uniquement que les deux grands hommes étaient contemporains et amis, Archimède appelant trois fois Eratosthène son hôte. La troisième épigramme appartient au genre funéraire et a pour auteur un Denys de Cyzique qui paraît bien, ne fût-ce que d'après son style, remonter à l'époque alexandrine mais sur la personne duquel on ne sait rien (t. I^{er}, ch. VII, ép. 78). C'est elle qui apporte le plus de détails précis : elle affirme qu'Eratosthène, fils d'Aglaos, est mort non de maladie mais de vieillesse et à un âge avancé ; que sa pensée a atteint les plus hauts sommets et qu'il a été enterré non pas à Cyrène, sa patrie, mais au bord de la mer en pays étranger (c'est-à-dire évidemment en Egypte). Voilà tous les renseignements qu'on peut considérer comme de première main.

Les détails réellement biographiques ne reparaissent ensuite que chez Strabon, plus de deux siècles après la mort d'Eratosthène. On ne saurait en effet considérer comme tels les appréciations de Scymnus de Chio et de Cicéron sur sa valeur géographique. Malheureusement les trois passages utilisables de Strabon (I, 2 § 2 ; II, I § 5 et XVII, 3 § 22) donnent peu de chose : Eratosthène était de Cyrène ; il déclare avoir connu à Athènes les philosophes Arcésilas et Ariston, Apelles et Bion et loue beaucoup ce dernier ; il a fait un traité du Vrai Bien et des Méditations qui prouvent qu'il n'était pas vraiment philosophe et ne s'occupait de philosophie que pour se distraire de « ses travaux encyclopédiques » ; enfin il a eu à sa disposition une bibliothèque sans pareille et a été, comme Callimaque son compatriote, comblé d'honneurs par les rois d'Egypte. Ces faits ne sont précisés par aucune date et sont exprimés en un langage parfois assez médiocre pour soulever de graves difficultés d'interprétation. Qu'a voulu dire l'adversaire d'Eratosthène, Polémon le Périégète, par les mots μηδ' Ἀθήνας αὐτὸν ἰδεῖν,

lesquels sont dans leur sens littéral en contradiction flagrante avec les détails donnés par Strabon sur le séjour d'Eratosthène en cette ville? Quelle signification exacte attribuer à l'expression τοῦ Ζήνωνος γνώριμος γενόμενος Ἀθήνησι..., qui pose, par comparaison avec Suidas, un problème capital pour la fixation de la date de naissance d'Eratosthène? Pourquoi Strabon, après avoir longuement cité et discuté le traité géographique d'Eratosthène, résume-t-il son œuvre en l'appelant seulement d'abord poète et littérateur comme Callimaque et de plus philosophe et mathématicien?

Ainsi les difficultés commencent avec les premiers renseignements utilisables. Le reste de l'antiquité classique ne les a pas diminuées. En effet quatre auteurs seuls ont énoncé des faits nouveaux : ce sont Vitruve, Lucien, Athénée et Censorinus. Mais le traité de la longévité n'est sans doute pas de Lucien; l'âge qu'il assigne à Eratosthène au moment de sa mort (82 ans) ne concorde pas avec celui affirmé par Censorinus (81 ans). Seul Vitruve apporte une donnée nette : Eratosthène est mort la douzième année du règne de Ptolémée V Epiphane (1). Athénée nous apprend bien (VII § 2 Meineke) qu'Eratosthène a fait un écrit sur la reine Arsinoé et il raconte une anecdote qui prouve qu'Eratosthène était de sa suite et assez important pour qu'elle adressât ses paroles à lui personnellement; mais on n'est pas d'accord sur l'identification de cette reine Arsinoé, ce qui a une importance pour les conclusions à en tirer relativement à Eratosthène. Les autres renseignements (Suétone, Lucien, Clément d'Alexandrie) consistent en appréciations assez vagues sur la nature de l'œuvre ératosthénienne : notre auteur a été avant tout un littérateur et il a peut-être été le premier qui ait pris

1. Voir à ce sujet Guil. Busch, de *Bibliothecariis Alexandrinis qui feruntur primis*. Dissert. inaugur. de Rostock, imprimée à Schwerin, 1884, in-8°. Busch rappelle la discussion soulevée par ce texte entre Koepke et Keil. Un compte rendu du travail de Busch a été fait par Knaack dans le *Wochenblatt f. Kl. Philolog.* II, 1885.

le titre de philologue ou de γραμματικός (1) mais il a été aussi poète, philosophe et géomètre (Lucien) ou astronome (Vitruve) : le seul fait nouveau signalé sur ce terrain est la déclaration de Clément d'Alexandrie qu'Eratosthène a écrit un ouvrage en deux livres sur la littérature. Aucun de ceux qui résument ainsi l'étendue de sa pensée ne le désigne comme géographe; mais Arrien loue sa description de l'Inde.

Sans doute dans l'ensemble toute la contribution de cette première période a l'avantage d'avoir été transmise par des gens qui avaient gardé le contact avec la pensée et la littérature antiques, bien que parmi eux il y ait déjà un Père de l'Eglise. Mais leurs divergences mêmes sur l'âge de la mort, l'incertitude de l'attribution à Eratosthène du titre de premier Erudit ou de premier philologue, l'oubli de son œuvre géographique, peut-être même l'affirmation de Strabon relative aux relations de Zénon et d'Eratosthène, prouvent que la tradition s'obscurcissait déjà.

La longue période de décadence des lettres anciennes se présente sous un aspect moins favorable encore. C'est à elle qu'on doit les informations décisives mais celles ci sont singulièrement mêlées à des éléments douteux, malveillants, manifestement faux ou mal compris, parfois contradictoires ou même intelligibles. Elles émanent de scholiastes, de compilateurs, de lexicographes dont d'ordinaire l'identité est incertaine ou la vie à peu près inconnue; pour eux la critique du témoignage doit se faire en dehors de toute considération sur la personne du témoin et elle repose essentiellement sur des conjectures tirées de la comparaison de textes suspects ou peu vérifiables. Pour comble de disgrâce les documents fondamentaux sont ici les derniers en date et ils ont pour auteurs Suidas et Tzetzés, qui paraissent être les

1. Voir pour le sens de ces mots et les travaux publiés à ce sujet Susemihl, *op. cit.*, 1, pp. 327-329.

plus médiocres de tous les écrivains de cette période ingrate. Le passage qui nous intéresse le plus est chez Suidas ; il n'est pas un des meilleurs de son œuvre et il a été composé de douze cents à quinze cents ans après Eratosthène : en effet, si l'on a pris l'habitude d'adopter pour Suidas la date du x^e siècle P. C. proposée par Hugo Grotius puis reculée par Kuster jusque vers le début du xi^e, Wolf a pu soutenir que ce dictionnaire datait au moins du xiv^e siècle et n'était peut-être pas antérieur au xvi^e.

Il ne faut donc pas s'étonner que l'apport de toutes ces sources soit en partie constitué par des légendes et par des erreurs. En laissant de côté pour l'instant Suidas, qui mérite un examen spécial, on peut citer parmi ces données négatives le surnom de βῆτα, le prétendu plagiat de Timosthène, la confusion de notre Eratosthène avec un homonyme historien ayant pour père Agacléos. Les éléments positifs nouveaux se réduisent d'ailleurs à quelques notations chronologiques, qui ne sont pas absolument concordantes, sur la date à laquelle Eratosthène était à l'apogée de son talent (Eusèbe, Georges dit le Syncelle) ou à des indications sommaires sur l'attitude de l'administration royale à l'égard d'Eratosthène (Capella, Photius, Tzetzés).

Parmi tous ces auteurs Suidas a droit à une mention particulière (1) ; il reste en effet le texte principal sur lequel on peut tenter de fonder un essai de biographie ératosthénienne. Trois articles de Suidas parlent d'Eratosthène. Mais un d'entre eux (Philochoros) donne seulement une indication chronologique assez vague : Philochoré était vieux quand Eratosthène était jeune. Le second (Apollonius) prétend que l'auteur des Argonautiques succéda à Eratosthène dans la direction de la Bibliothèque ; mais cette affirmation soulève

1. Suidas, *Lexicon, graece et latine... post Tho. Gaisford recensuit et annotatione critica instruxit* God. Bernhardt. Halis et Brunsvigae, 2 vol., 1853, in-12. Bibl. Nat. casier X, 446-447.

de telles objections que, si nous n'avions pas d'autres témoignages, on aurait presque le droit de douter de la réalité du fait pour Eratosthène autant que pour Apollonius. Reste le passage consacré à Eratosthène lui-même. Le texte, qui offrait quelques difficultés de lecture, peut être aujourd'hui considéré comme établi. Trois corrections importantes ont été nécessaires. La plus ancienne a été faite par Meursius (*in Hesychium*, p. 147) : elle a rétabli le mot βῆτα qui s'imposait à la fois par le sens de la phrase visée et par la nécessité d'en modifier les termes pour la rendre grammaticalement correcte. Les deux autres ont été définitivement arrêtées par Bernhardt, après avoir provoqué plusieurs débats intéressants. L'une provenait d'une négligence de style de Suidas : après avoir dit qu'Eratosthène a laissé un élève illustre, Aristophane de Byzance, qui avait eu à son tour Aristarque pour élève, il ajoutait : μαθητὰὶ δὲ αὐτοῦ Mnaséas, Minandros et Aristis. On a pu se demander si le mot αὐτοῦ désignait Aristarque (Vossius, *de histor. graecis* I, c. 17 et Clinton *Fast. Hell.*, t. III, p. 513) ou Eratosthène (Bernhardt, Preller). En ajoutant après αὐτοῦ un καὶ auquel évidemment Suidas n'avait pas pensé, on a précisé le sens qui paraît bien s'imposer : si en effet Mnaséas, Minandros et Aristis n'avaient été que les élèves d'Aristarque on ne voit pas pourquoi Suidas, si médiocre d'esprit qu'il soit, aurait éprouvé le besoin de les nommer dans un article relatif à Eratosthène ; d'ailleurs la netteté avec laquelle il sépare, par les mots οὐ πάλιν, la parenthèse consacrée à Aristarque est un argument de plus pour la même thèse. La dernière correction a consisté à maintenir le texte de Suidas, à cause de la précision nouvelle qu'il apporte, malgré la citation faite par Eudocia (p. 172) sous une autre forme : on a ainsi gardé διαλόγους καὶ γραμματικὰ συχνά au lieu de διαλόγους πλείστους καὶ ἄλλα τινά.

Mais si le texte est aussi certain qu'il peut l'être, il est loin de constituer un document de tout repos. Suidas paraît bien n'avoir pas tiré son article de l'examen des sources ni même

de travaux originaux ou spéciaux sur Eratosthène ou sur la littérature alexandrine, mais l'avoir composé en compilant divers recueils biographiques et lexicques antérieurs, entre lesquels il s'est mal débrouillé : parmi eux on pourrait citer Hésychius. Sans aller, comme Bernhardt, jusqu'à considérer cet article comme un tissu d'erreurs, il faut avouer que Suidas y montre tous ses défauts habituels. Le passage contient peu de faits décisifs ; il est surtout l'écho de légendes ou bons mots de toute provenance et qui paraissent n'avoir même pas été toujours transcrits exactement (βήματα pour βήτα). Il est d'une précision insuffisante même pour les dates (la naissance déterminée à quatre ans près ; le séjour en Egypte fixé par règnes) et dans l'énumération des œuvres (astronomie *ou* catastérismes ; γεωμετρικὰ συλνά *ou* même d'après la leçon d'Eudocia ἀλλὰ τινά). On a vu, par la correction proposée à propos de l'énumération des élèves, combien le style en est parfois peu clair. Evidemment c'est là un document plus propre à exercer la sagacité et la patience des critiques qu'à enrichir de renseignements positifs une histoire de la vie d'Eratosthène : il ne contient même pas l'indication des fonctions de bibliothécaire remplies par Eratosthène. Néanmoins, comme il constitue l'essentiel de ce qui nous reste, il faut bien s'accommoder de ce qu'il nous a conservé et se résoudre à entreprendre, dans de très mauvaises conditions d'ailleurs, l'effort critique que notre guide n'a pas su faire.

3^e LA MÉTHODE SUIVIE

Telle est le mosaïque fragile et mutilée qui doit servir de base à une définition de la personne et de la vie d'Eratosthène. On comprend par suite aisément que les questions qui se rattachent à ce sujet aient donné naissance à une véritable littérature philologique. Celle-ci est composée surtout d'opuscules ou articles consacrés à l'étude d'un point particulier,

par exemple les origines et la valeur des surnoms donnés à Eratosthène et notamment de celui de βῆτα, le nom de son père, la détermination exacte de sa naissance et de sa mort, le séjour à Athènes, la date et les motifs de son appel en Egypte, ses fonctions de bibliothécaire. Les questions les moins étudiées encore sont celles du préceptorat royal que lui aurait confié Evergète, du rôle joué à la cour des Ptolémées et des raisons pour lesquelles, dans l'énumération de ses œuvres, la géographie n'est pas mentionnée. La bibliographie de ces travaux spéciaux est assez complètement faite pour la période polymathique dans la réédition de la *Bibliotheca Graeca* de Fabricius par Harles et, pour la période contemporaine, dans l'*Histoire de la littérature grecque* à l'époque alexandrine de Susemihl ; mais les indications contenues dans ce dernier ouvrage sont assez dispersées : les plus importantes se trouvent au volume I chapitre 12 (4).

Il serait vain, en face d'éléments aussi multiples, hétérogènes et incertains, de prétendre adopter une règle critique absolue. Cependant la lecture des travaux antérieurs suffit à démontrer qu'il serait dangereux de ne pas s'imposer au

1. Parmi tous ces travaux spéciaux, je me borne à indiquer ici les ouvrages qui m'ont été le plus utiles pour les questions relatives à la biographie d'Eratosthène.

Bonamy, *Dissertation sur la bibliothèque d'Alexandrie* dans les *Mémoires de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres*, t. IX, 1731.

A. Couat, *La poésie alexandrine sous les trois premiers Ptolémées*, Paris, 1882, in-8°. Bib. Nat. 8° Yb 30.

W. Busch, *De bibliothecariis Alexandrinis qui feruntur primis*, déjà cité.

Wolf. Passow, *De Eratosthenis oetate* (Genethliacon Goettingense), Halle, 1888.

Dans le *Mus. Rhen.* t. VII, 1847 article de H. Keil sur *Johannis Tzetzae scholiorum in Aristophanem prologomena* ; *Ibid.*, t. XXXIII, 1878, art. de E. Rohde sur *die chronologie des Zeno von Kitium*.

Dans le *Jahrb. f. Philol.*, t. CXXXIX, 1889, art. de Susemihl, *Das Geburtsjahr von Zeno*.

moins une méthode générale d'orientation et de s'en tenir à des déductions subjectives appuyées sur les lectures personnelles ou les goûts particuliers. Voici la ligne de conduite que j'adopterai. En principe c'est la date qui servira de criterium pour toute l'antiquité classique et la répétition d'indications analogues pendant cette période sera considérée comme une quasi-certitude. Pour les documents postérieurs au iv^e siècle P. C. c'est Suidas qui, faute de mieux, servira de point de départ ; on soumettra chacune de ses observations à un examen sérieux mais aussi on ne rejettera pas une donnée positive fournie par lui sur la simple probabilité de conjectures, surtout lorsqu'à l'origine de celles-ci se trouvera un élément discutable ou tiré de textes dont la supériorité n'éclate pas. Enfin, toutes les fois que ce sera possible, les faits relatifs à la personne d'Eratosthène seront replacés dans leur milieu.

Certes je ne puis promettre d'arriver, malgré ces précautions, à résoudre sans conteste toutes les questions mais au moins elles seront ainsi clairement posées.

CHAPITRE II

ESSAI DE CHRONOLOGIE ERATOSTHÉNIENNE

La synthèse des divers éléments qui constituent nos informations sur la personne et la vie d'Eratosthène n'a pas à ma connaissance été jusqu'ici tentée d'une manière complète ni établie conformément à l'esprit de la science contemporaine. On ne saurait en effet considérer comme répondant à ces conditions les indications sommaires d'Ancher et de Seideil ni le plaidoyer de Bernhardt ni les deux courtes pages, si documentées qu'elles soient, de Susemihl ou de Knaack, ni l'étude particulière de Wolf. Passow. Il en est de même des passages consacrés à Eratosthène dans les autres encyclopédies, dans les recueils biographiques ou dans les histoires de la géographie (1). C'est donc un premier essai en ce sens que je me risque à proposer ici mais en insistant surtout sur ce qui est indispensable à mon sujet.

En raison même du développement donné dans le chapitre précédent aux indications bibliographiques on se bornera, pour les citations, à renvoyer à l'auteur, de manière à laisser exclusivement en lumière les conclusions formulées.

1. De tous les articles de ce genre celui dont l'auteur a montré le plus de sens critique est dans le Dictionnaire de Smith. Dans la grande *Encyclopédie* la biographie est la partie la plus faible : évidemment P. Tan-nery n'était pas là sur son terrain.

I. — Chronologie fondamentale

La chronologie étant la base de l'histoire, la première question à résoudre est celle des dates biographiques que les documents nous permettent d'atteindre. Examinons-la par catégories de dates et par ordre d'importance logique.

1° DURÉE DE LA VIE D'ERATOSTHÈNE D'APRÈS NOS SOURCES

Il semble à première vue assez facile de connaître d'une manière presque absolument satisfaisante les dates de la naissance et de la mort d'Eratosthène : c'est cette impression, reposant en somme sur une vue assez juste, qu'a traduite Couat dans une phrase incidente, jetée d'ailleurs un peu à la légère.

En effet Suidas dit qu'Eratosthène est venu au monde pendant la 126^e Olympiade, c'est-à-dire entre les solstices d'été de 276 et de 272 soit entre le 21 juin 276 et le 21 juin 272. Suidas ajoute qu'il a vécu jusque sous le règne du cinquième Ptolémée : or celui-ci est le fils du souverain qu'on croit avoir été élève d'Eratosthène et il porte le surnom d'Epiphane. D'autre part cette notation est précisée par la mention de l'âge auquel est mort Eratosthène : il avait alors, déclare Suidas, 80 ans, ce qui signifie évidemment qu'il était dans sa quatre-vingt et unième année et nous permet de fixer cet événement entre juin 196 et juin 192. Suidas fournit donc des données nettes mais dont l'exactitude chronologique est déterminée à quatre ans près. Elles sont précisées par une de nos autorités de l'antiquité classique, Vitruve, qui apprend qu'Eratosthène a atteint la douzième année du règne d'Epiphane. Mais le début de ce règne n'est pas déterminé avec une exactitude parfaite. Bouché-Leclercq a constaté que « les

« opinions varient de 206 (Muller) à 203 (Flathe, Letronne, « Heyden), 204 (Champollion-Figeac et la majorité des érudits, « y compris Strack) ou 203 (Strack, Holleaux) ». L'approximation serait donc ici encore exprimée à quatre ans près. Cependant il y a une majorité d'opinions et une supériorité notable d'arguments en faveur de l'avènement d'Epiphane en 204 et Bouché-Leclercq paraît bien avoir donné la note juste en adoptant sur ce point l'année vague égyptienne allant du 13 octobre 205 au 13 octobre 204. Si l'on admet cette thèse, qui est sinon certaine du moins tout à fait probable, la mort d'Eratosthène serait connue à un an près et se serait produite entre le 13 octobre 193 et le 13 octobre 192.

D'un autre côté les nombres différents attribués à la durée de sa vie varient en réalité entre eux d'un an au plus. Quand Suidas écrit qu'Eratosthène est mort quatre-vingts ans après sa naissance sa pensée est claire et signifie mort à quatre-vingts ans révolus ou dans sa quatre-vingt-unième année. Quand le pseudo-Lucien, dans un traité sur la longévité, relève l'âge auquel sont arrivés les macrobites célèbres de l'antiquité, il donne aux chiffres l'expression la plus forte possible et, en affirmant qu'Eratosthène a vécu quatre-vingt-deux ans, il veut évidemment dire qu'il n'a pas atteint la quatre-vingt-troisième année et qu'il est décédé après quatre-vingt-un ans révolus ou dans sa quatre-vingt-deuxième année. Censorinus, dans un développement sur l'âge qui paraît être la fin normale de la vie humaine, déclare que Platon la plaçait dans la quatre-vingtième année et qu'en effet la sienne eut lieu cette année-là ; Censorinus ajoute en parlant de la quatre-vingt-unième année : « Eratosthène, ce mesureur du « globe terrestre et Xénocrate le platonicien, chef de l'« cienne académie, ont terminé leur vie en cette même « année. » Ancher a raison de faire remarquer que Censorinus et Suidas constatent ainsi la même chose, savoir qu'Eratosthène a quitté ce monde au cours de sa quatre-vingt-

unième année. Ainsi toutes nos sources concordent pour fixer, à un an près, la mort d'Eratosthène au cours de sa quatre-vingt-unième année et, si l'on veut réduire encore un peu l'approximation et trouver un terrain de conciliation avec le pseudo-Lucien, probablement vers la fin de cette quatre-vingt-unième année ou tout au plus au début de la suivante.

Ces indications ne sont pas contraires à celles d'Eusèbe, de la *Chronic.* pasc. et de Syncelle qui semblent même les renforcer. D'après ces documents l'apogée (ἄκμῃ) d'Eratosthène se serait produite soit la septième année de Philopator (environ 216 A. C.), soit en 531 de Rome (223 ou 221), soit au temps de Philippe V (1) qui a régné de 220 à 178. Pour qui connaît le peu de précision habituelle à ce genre d'appréciation il y a là des informations concordantes qui placent l'âge d'or d'Eratosthène pendant les années qui suivirent l'avènement de Philopator, soit probablement de 221 à 215 c'est-à-dire entre cinquante-deux et soixante ans environ. De même l'affirmation de Proclus et celle de Suidas, qui font l'un d'Euclide, l'autre de Philochore, les représentants d'une génération antérieure à celle d'Eratosthène mais contemporaine de la jeunesse de celle-ci, s'accroissent des données précédentes.

L'ensemble des éléments ci-dessus énoncés conduit aux conclusions suivantes :

Eratosthène est né pendant la cent vingt-sixième Olympiade (276 à 272) et mort dans sa quatre-vingt-unième année. Sa naissance n'est donc pas antérieure au 21 juin 276 A. C. ni postérieure au 21 juin 272. Son décès n'est pas antérieur au 21 juin 195 ni postérieur au 21^e juin 191 ; mais, comme il a eu lieu très vraisemblablement vers la fin de la quatre-vingt-unième année, il est prudent de le placer au cours du printemps, soit d'avril à juin. D'autre part si l'on

1. Syncelle dit Philippe III selon un usage fréquent, les deux Philippe de Macédoine intermédiaires entre le père d'Alexandre le Grand et le vaincu de Cynoscéphales étant considérés comme insignifiants.

adopte l'opinion la plus accréditée pour l'avènement d'Épiphane, ce décès se serait produit d'avril à juin 192, ce qui reporterait la naissance à la période avril-juin 273, ou à la troisième année de l'Olympiade 126. Ces résultats pourraient être considérés comme acquis à un trimestre près.

2° LES HYPOTHÈSES D'ORIGINE ZÉNONIENNE

Voilà les faits que permettent d'affirmer les sources purement ératosthénienne. Malheureusement ce n'est pas d'elles que jusqu'ici on a cherché à tirer la vérité ; bien mieux on est arrivé à les faire passer tout à fait à l'arrière-plan et à en nier la valeur, parce qu'on a voulu les remplacer par diverses considérations hypothétiques basées sur des expressions ou qualificatifs vagues de Strabon et surtout sur des combinaisons de possibilités provenant de la comparaison avec d'autres biographies encore plus incertaines peut-être. C'est la critique allemande contemporaine qui est arrivée ainsi à ne regarder les faits qu'à travers des bulles de savon philologiques et à obscurcir une question qui paraissait claire par elle-même, en prêtant à des conjonctures, sur lesquelles on n'est pas même arrivé à se mettre d'accord, une force réputée capable de rendre négligeables les données numériques ci-dessus exposées.

Il me paraît suffisant d'examiner seulement les arguments fondamentaux de cette nouvelle Hypothesenbewegung.

La base du système est chez Strabon (I, 2 § 2). Ce passage constitue une sorte de hors-d'œuvre inspiré sans aucun doute possible par ce qu'on serait fondé à appeler le fanatisme philosophique. Strabon y parle du séjour d'Eratosthène à Athènes presque exclusivement pour s'indigner que celui-ci ait couvert d'éloges les philosophes n'appartenant pas à l'école stoïcienne et surtout ceux qui étaient des adver-

saires du Portique (Arcésilas, Bion) ou qui s'en étaient séparés (Ariston). Strabon conclut que par là Eratosthène a montré la faiblesse de sa pensée et il le prouve en disant : τοῦ Ζήνωνος τοῦ Κιτιέως γνώριμος γενόμενος Ἀθήνησι τῶν μὲν ἐκείνων διαδεδυμένων οὐδενὸς μέμνηται.

On a commencé par interpréter cette phrase en prenant le génitif Ζήνωνος pour le complément déterminatif de γνώριμος et en faisant de cet adjectif un substantif traduit par le sens spécial de disciple (1). On a ainsi obtenu la version suivante : « lui qui a été à Athènes le disciple de Zénon n'a mentionné « aucun de ceux qui ont été ses héritiers ». Retenant alors uniquement les premiers de ces mots on a considéré comme certain qu'Eratosthène avait été à Athènes élève de Zénon et on s'est appliqué à examiner comment le fait s'accordait avec ce qu'on savait de la vie du fondateur du stoïcisme. C'était un peu chercher la quadrature du cercle. La chronologie de Zénon, bien qu'elle ait été l'objet de nombreuses études, est loin d'être solidement établie et repose sur des éléments plus fragiles encore que celle d'Eratosthène. Par exemple les dates entre lesquelles on a fait osciller sa naissance diffèrent de vingt ans (356 Brinker à 336 ou même 335 Susemihl). La durée de sa vie a été fixée tantôt à 72 ans (Susemihl), tantôt à 92 ans (Clinton), tantôt à 98 ans (Kuster) et certains ont même pensé à 108 ans ; quand on a voulu déterminer l'époque de sa mort on ne s'est pas mieux entendu et les évaluations les plus vraisemblables ont entre elles un écart de huit ans (264 à 256). Ces affirmations proviennent d'ailleurs de comparaisons, souvent établies au deuxième ou au troisième degré, entre des données qui ne sont pas toujours

1. N'est-ce pas le cas de rappeler une prudente observation de Couat ? Après avoir constaté que les biographies se bornent souvent à rapprocher les auteurs par les rapports qui ont pu exister entre eux, Couat conclut : « Si l'on songe au vague et à l'élasticité des termes employés pour désigner ces rapports γέγονε, ἠκμαζε, συγχρόνος, γνώριμος, μαθητής on comprendra les doutes que suggèrent les conclusions les plus justifiées. »

exprimées en chiffres et qu'on a extraites de diverses biographies aussi peu sûres elles-mêmes en général que celle à laquelle on les rapportait. Ces observations offrent de plus ici une chance particulière d'inexactitude : le culte véritable dont Zénon a été l'objet, surtout depuis le début de l'ère chrétienne a tant soit peu conduit ses admirateurs à transformer son histoire en vie de saint et notamment à lui attribuer une longévité extraordinaire, une carrière professorale démesurément longue, une influence anormale et un nombre excessif de disciples personnels.

Cependant si l'on s'en tient à cette méthode, il y a évidemment une sorte d'impossibilité à accorder la date de naissance fournie par Suidas et l'interprétation donnée au passage de Strabon. Si Eratosthène est né de 276 à 272, il aurait eu en 264, époque probable de la mort de Zénon, au plus douze ans, qui se réduiraient à neuf si l'on adoptait mes conclusions. Comme croire qu'à cet âge un jeune Africain de Cyrène était déjà étudiant à Athènes et était surtout, quelque précocité qu'on lui suppose, en état de suivre les dernières leçons d'un philosophe arrivé à la fin d'une vieillesse et d'une carrière magistrale qui furent toutes deux anormalement longues ? Si l'on admettait pour le décès de Zénon l'année 256 la chose serait seulement moins invraisemblable, Eratosthène ayant alors d'après Suidas de seize à vingt ans et d'après moi dix-sept ans. Mais 256 n'est pas la date qui rallie les meilleurs suffrages et, si on l'acceptait, cette solution soulèverait, par voie de conséquences, des difficultés assez grandes pour la biographie d'Eratosthène et pour son séjour à Athènes. La philologie allemande a donc préféré se tirer d'affaire en reculant sans autre forme de procès la naissance d'Eratosthène, de manière à lui procurer en 264 un âge qui permit de le présenter sans trop de ridicule comme ayant pu suivre au moins la dernière année d'enseignement de Zénon. Chacun d'après sa hardiesse a risqué une proposition capable de remplir cette condition : aux uns douze ans ont suffi, aux autres vingt

ans ; on a reporté ainsi la naissance au moins à 276 (Susemihl), ce qui peut se concilier encore avec Suidas sinon avec les autres sources, et au plus à 284 (Knaack), ce qui s'accorde uniquement avec le besoin de faire cadrer la date avec la vulgate de la vie de Zénon (1). On serait ainsi conduit à choisir la plus longue durée possible pour la vie d'Eratosthène, de manière à compenser du côté de la fin ce qu'on a ajouté du côté du commencement. Le pseudo-Lucien, qui apporte le chiffre le plus élevé mais qui est aussi l'autorité la plus douteuse au point de vue critique, deviendrait donc sur ce point le témoin le plus sûr et la mort d'Eratosthène serait placée soit en 196, ce qui serait encore acceptable, soit en 202, ce qui ne le serait vraiment plus guère.

3^e LES DERNIÈRES INTERPRÉTATIONS DU TEXTE DE STRABON

Que répondre maintenant à ce système ?

Bouché-Leclercq, mis à propos d'Arsinoé Philadelphie en présence d'une situation analogue, a dit très sagement : « Il « suffit de jeter un coup d'œil sur l'amas de dissertations entas-
« sées à cet endroit pour se convaincre que vingt conjectures
« ne valent pas un renseignement précis ». M'inspirant de ce conseil (2), je me bornerai à regarder de près le renseignement pris dans Strabon.

1. En quoi d'ailleurs le texte de Strabon autorise-t-il à prétendre qu'Eratosthène a été élève de Zénon seulement la dernière année de la vie de ce philosophe ?

2. Knaack aurait, je crois, bien fait de s'en inspirer aussi.

Il n'hésite pas, tout en reconnaissant la malveillance de la remarque, à déclarer, sans réserves et sur une simple imagination subjective, que Strabon a dû prendre le renseignement dans un écrit d'Eratosthène lui-même et il va jusqu'à dire lequel !

De même il prétend, sans restriction aucune, que Beloch a résolu définitivement le problème de la date du décès de Zénon dans l'Hermès (tome XXXVIII). Or cet article, consacré aux archontes attiques du III^e siècle, repose sur un papyrus très mutilé dans lequel Beloch, mis en présence des

La traduction reçue comme vraie ne laisse pas d'être un peu singulière. On s'expliquerait bien que Strabon reprochât à un ancien élève de Zénon de n'avoir pas nommé son maître parmi les philosophes célèbres qu'il avait connus à Athènes. On comprend moins qu'il lui fasse grief de n'avoir pas cité ceux qui continuaient son enseignement : sans doute « l'amertume stoïcienne » (Susemihl) qui inspire ce passage a été mise en mouvement par le fait qu'Eratosthène ne mentionnait que des gens qui ne professaient pas la bonne doctrine ; mais elle aurait eu bien plus de raisons de s'exercer contre un ancien élève du Maître qui l'aurait passé sous silence tout en se proclamant admirateur de ses adversaires et auditeur d'un des plus notables déserteurs du Portique. D'autre part le sens attribué à γινώσκουσιν est tout à fait contestable. Cet adjectif veut dire simplement « connu de » : ce n'est guère que lorsqu'il est accompagné de l'article qu'il peut avoir la signification dérivée, spéciale et rare de disciple par opposition au maître (Plutarque, *Moral.* 448^e). On est donc en droit de se demander si Strabon ne serait pas mieux traduit par les mots « lui, qui a connu Zénon à Athènes, n'a rappelé aucun de ses héritiers » ; en ce cas le terme pourrait s'interpréter comme une simple boutade de Strabon affirmant pour son compte, comme une pure impression personnelle, qu'Eratosthène à Athènes a connu Zénon (2). C'était déjà en

trois lettres δὴν, lit Ἀρρενεῖδην puis, modifiant d'après ses vues personnelles la liste des archontes, place l'archontat d'Arrhéneïdes de 263 à 262 ou de 262 à 261. Opérant alors une seconde restitution encore hardie il tire des débris du papyrus l'indication que la mort de Zénon a eu lieu sous cet archontat et il lui assigne l'année 262 qui est commune à ses deux hypothèses sur la date de l'archontat.

J'ai la faiblesse de penser que, si médiocre que soit Suidas, les renseignements précis et cohérents qu'il apporte ont une autre valeur que le texte d'un Philodème reconstitué et interprété d'une manière aussi personnelle d'après des restes vraiment informes.

1. Strabon a employé à l'égard d'Eratosthène un procédé analogue au début de son ouvrage (I, 1 § 1) en mettant Homère en tête des deux personnages qu'Eratosthène nomme les fondateurs de la géographie, si bien

ce sens que voulait l'entendre Xylander. C'est sous l'influence de scrupules de ce genre que Hirzel a été conduit à penser que le mot n'avait en somme qu'une importance secondaire. Knaack le conteste, à tort selon moi, mais en tout cas sans raisons décisives.

Je serais assez porté à m'en tenir à cette interprétation qui suffit à rendre plus que suspectes les théories bâties sur le texte de Strabon, si je n'avais une très forte tentation de croire que le pas décisif a été fait par Wolf. Passow, qui est le premier à avoir étudié ce texte en se plaçant à un point de vue purement ératosthénien. Par la simple addition de deux virgules il transforme les mots γνώριμος... διαδεξόμενων en une sorte de parenthèse formant apposition au sujet. La traduction devient alors : « lui, qui a connu à Athènes ceux qui avaient été les successeurs de Zénon, n'a rien dit de Zénon même. » Sans doute Passow n'a cru pouvoir proposer sa correction qu'en changeant οὐδενός en οὐδέν, ce qui peut prêter à discussion. Mais, quoi qu'en ait dit Susemihl, la solution ainsi apportée me paraît bien pouvoir constituer la véritable interprétation de la critique de Strabon (1). Cette boutade prendrait dès lors au point de vue logique une rectitude indiscutable. En l'admettant, comme j'incline à la faire, on trouverait chez Strabon un renseignement précis

•

qu'il a fallu l'effort de la critique pour séparer l'opinion d'Eratosthène, citée par Strabon, de l'adjonction personnelle dont celui-ci l'avait subrepticement grossie.

1. La leçon proposée par Passow ne me paraît pas aussi inadmissible que le prétendent ses contradicteurs. Sans doute les manuscrits donnent seulement οὐδενός ; mais la correction suggérée est loin de dépasser les limites permises et elle est beaucoup moins hardie qu'un grand nombre d'autres aujourd'hui acceptées. Les objections faites au point de vue de la langue ne sont pas à mon avis plus décisives, surtout avec un écrivain aussi peu soigné que Strabon.

•

Je proposerais pour la leçon de Passow la traduction suivante : « Il n'a nullement pensé à Zénon de Citium, lui qui a connu à Athènes les héritiers de sa doctrine. »

et clair ; mais tout l'échafaudage des conjectures zénoniennes s'écroulerait sans contestation possible.

En résumé, qu'on adopte simplement l'opinion de Xylander et Hirzel ou qu'on aille jusqu'à celle de Passow, le seul terrain solide demeure celui qui est apporté par les sources ératosthéniennes et les conclusions que j'en ai extraites ne sauraient être amoindries par les combinaisons fragiles de la philologie allemande.

II. — Chronologie du séjour à Athènes et en Egypte

1° LES DOCUMENTS ET LEUR CRITIQUE

Eratosthène a passé en Egypte plus de moitié de son existence.

Il était à Athènes quand, sous le règne de Ptolémée III, il y a été appelé (Suidas). Il y a obtenu la situation éminente de chef de la Bibliothèque alexandrine (Suidas, Tzetzés). Il a joui de la faveur des rois (Strabon) qui l'ont admis en première ligne parmi les pensionnaires du Musée (Photius), l'ont chargé de traduire en grec les renseignements tirés par lui pendant une mission officielle des documents égyptiens sur l'histoire des rois de Thèbes (Syncelle) et lui ont prêté le concours de leurs arpenteurs pour ses mesures géographiques (Capella). Enfin dans cette longue carrière la période d'éclat le plus grand, l'apogée, correspond aux cinq ou six premières années du règne de Ptolémée IV Philopator (Eusèbe, *Chronic. pasc.*, Syncelle).

Exception faite de quelques détails discutés qu'on retrouvera plus loin, voilà, cités, presque intégralement, les faits qu'apportent nos sources ératosthéniennes.

Il faut remarquer d'abord que, sauf pour ce qu'on a désigné par le terme vague d'« apogée » aucune de ces informations n'est appuyée d'une indication chronologique ferme. On

doit reconnaître aussi qu'exception faite du séjour d'Ératosthène à Athènes et des honneurs qu'il a reçus des rois (Strabon), tout provient d'auteurs de la décadence et que l'essentiel date de 800 à 1180 P. C. environ (Syncelle et Photius au ix^e siècle, Suidas et Tzetzés aux xi^e et xii^e). Enfin, si ces renseignements paraissent clairs, c'est qu'ils sont superficiels et on ne peut en préciser les dates et la portée qu'au moyen de conjectures pures. La méthode suivie par la philologie allemande a consisté à produire des affirmations, en les tirant de possibilités basées sur l'interprétation personnelle d'autres biographies souvent peu sûres elles-mêmes, et à les exprimer ensuite en dates, voire en olympiades ce qui paraît leur donner une précision et une force extraordinaires. En France, au contraire, la tendance constante a été de chercher des probabilités dans la lettre des textes clairs et dans des comparaisons avec les milieux historiques égyptiens. Il y a sans doute dans cette divergence une affaire de tempérament national. J'essayerai pour ma part de rester fidèle à la tradition de mon pays, parce qu'elle me paraît la plus conforme à l'esprit critique, mais en poussant plus à fond la comparaison avec les milieux égyptiens. Pour la clarté de l'exposition j'examinerai les diverses questions moins dans leur ordre chronologique que d'après leur dépendance réciproque, déterminée par les documents dont nous disposons.

2^e LE SÉJOUR A ATHÈNES

Les deux questions du séjour à Athènes et de la venue en Egypte sont liées l'une à l'autre chez Suidas ; elles l'ont été aussi mais moins heureusement par la philologie allemande.

A. — *Les conclusions des XVII^e et XVIII^e siècles*

L'érudition polymathique et la renaissance ératosthénienne s'en sont tenues ici à Suidas, complété par Strabon et par quelques observations, justes en somme mais trop superficielles,

sur les divers personnages nommés par ces auteurs. Voici le résultat ainsi obtenu. Eratosthène, fils d'Aglaos (1), né à Cyrène, y a reçu les leçons de deux de ses compatriotes, le grammairien Lysanias et le poète Callimaque. Il est allé ensuite compléter son éducation à Athènes où il a été en relations avec les représentants les plus éminents de l'école académique (Arcésilas et son élève Apelles), de l'école péripatéticienne (Ariston) et de l'école cynique (Bion). Il semble avoir eu une sympathie particulière pour ce dernier, qui fut d'ailleurs une des personnalités les plus originales et un des esprits les plus libres de son temps et n'était pas sans affinités avec les philosophes Cyrénéens et surtout avec Théodore l'Athée (2). Eratosthène paraît n'être entré dans aucune secte doctrinale et n'avoir tenu qu'en médiocre estime les stoïciens, dont il n'a pas parlé ; mais on le donne pour élève du péripatéticien Ariston de Chio. Enfin si Ptolémée Ever-

1. Denys de Cyzique, témoin de premier ordre, et le pseudo-Lucien, témoin de l'antiquité classique, s'accordent avec Suidas pour le nom d'Aglaos. Etienne de Byzance, qui donne Agacléos, parle d'un autre Eratosthène, historien qui, d'après Knaack, aurait été une des sources de Polybe. La seule difficulté sur ce point est la mention de Suidas, « les autres disent Ambrósios ». Cette indication, malgré le pluriel employé, paraît négligeable en face de celles de Denys de Cyzique et du pseudo-Lucien. Elle ne saurait être attribuée qu'à une confusion de Suidas. Le philologue Léo a suggéré que cet Ambrosios serait un poète ayant parlé d'Eratosthène. Mais les tentatives d'expliquer l'affirmation de Suidas ne reposent sur aucun commencement de preuve.

2. Hirzel l'a comparé à Voltaire. La biographie de Bion le borysthénien est une des plus caractéristiques de la société hellénistique. Fils d'un affranchi et d'une fille de joie, redevenu esclave avec sa famille à la suite d'une condamnation encourue par son père pour fraude à la douane, il fut acheté par un rhéteur qui se prit d'affection pour lui et lui laissa toute sa fortune. Bion la réalisa aussitôt et vint à Athènes se consacrer à la philosophie mais sans s'enrégimenter dans aucune école. Il fut cependant élève du Cyrénéen Théodore l'Athée et paraît s'être inspiré au moins un peu de ses vues et de celles d'un autre Cyrénéen, Aristippe. L'allure familière, spirituelle et pénétrante de ses dialogues l'a fait parfois considérer comme un des modèles de Lucien.

gète l'a appelé d'Athènes en Egypte c'est sans doute parce qu'il s'était déjà fait un nom par ses écrits ou sa valeur.

La seule difficulté alors aperçue sur ces points vint de la boutade de Polémon le périégète citée par Strabon. Cet ennemi d'Eratosthène refusait de le prendre au sérieux, assurant qu'il n'avait « même pas vu Athènes ». Le séjour à Athènes étant affirmé par Strabon lui-même, le mot de Polémon serait inintelligible si on ne l'interprétait comme l'ont fait Ancher et Preller. Polémon considère les opinions d'Eratosthène sur Athènes comme tellement inexactes qu'on dirait qu'il n'a pas vu la ville ou, plus simplement, Polémon déclare que son adversaire n'a vraiment pas vu Athènes. L'obscurité est due à la maladresse avec laquelle la citation a été faite par Strabon.

Le passage relatif à Zénon n'était pas alors embarrassant. L'interprétation qu'en avait donnée Xylander gardait encore ses partisans et la date acceptée pour la mort de Zénon était celle établie par Dodwell (dissertat. de Dicearcho dans *les Geographi græci minores* de Hudson) soit la 133^e olympiade ou autour de 250 A. C.

Lorsqu'on se reporte aujourd'hui à ces conclusions, on est frappé de voir, quoiqu'elles soient dépassées sur plusieurs points, combien elles témoignent de prudence et de jugement.

B. — *Le système germanique des Biographies parallèles*

L'effort de la philologie allemande a eu pour effet de pousser plus à fond l'examen de ces divers faits et de soulever des problèmes nouveaux. Mais il faut avouer que cet effort n'a pas toujours été heureux.

Les rapports de Callimaque et d'Eratosthène ont fourni l'occasion de la première discussion.

Prenant à la lettre le mot de μαθητῆς employé par Suidas on l'a rapproché de l'article de ce lexicographe consacré à Callimaque. Or on y trouve que ce poète était « du temps de

Ptolémée II » ; qu'avant de s'attacher au roi il avait tenu une école dans un village de la banlieue d'Alexandrie et que sa mort devrait être fixée au début du règne de Ptolémée III. On a par suite conclu qu'Eratosthène n'avait pu être élève de Callimaque qu'à Alexandrie et du temps de Philadelphie ; pour cela il fallait qu'il fût venu à Alexandrie une première fois avant d'être appelé d'Athènes par Ptolémée Evergète. Busch a donné à l'hypothèse toute son ampleur. Il s'est efforcé de prouver, par des considérations aussi sentimentales qu'historiques, que Ptolémée III avait dû revenir de sa campagne de Syrie dès 245 A. C. et que Callimaque était mort cette année même. Busch a surtout cru trouver dans une anecdote d'Athénée (VII § 2. Meineke) la preuve qu'Eratosthène était réellement à Alexandrie vers 250. Athénée raconte, d'après Eratosthène lui-même dans son écrit sur Arsinoé, que cette reine, voyant passer une « procession de la bouteille » créée par le roi en l'honneur de Dionysos, tourna ses regards vers Eratosthène en faisant une réflexion dure mais méritée sur cette orgie populacière. Busch identifie cette Arsinoé avec Arsinoé II Philadelphie, fixe la date de sa mort à quelques années seulement avant celle de son époux, soit vers 250 et estime avoir ainsi apporté une démonstration indiscutable. Knaack d'ailleurs la tient encore pour telle, mais à tort. En effet dès 1903, Bouché-Leclercq a prouvé par l'étude des stèles de Pithom et de Mendès ainsi que par les monnaies datées du règne de Ptolémée II qu'Arsinoé II est « montée au ciel » non vers 250 mais en 270. Eratosthène, ayant alors aux environs de cinq ans (Suidas) ou de trois ans (Thalamos), ne pouvait évidemment pas faire partie de la suite de la reine. Bouché-Leclercq a identifié, notamment à raison de la procession de la Bouteille mentionnée par Athénée, cette souveraine à Arsinoé III Philopator, fille de la reine de Cyrène Bérénice et il pense que l'écrit d'Eratosthène sur Arsinoé a été fait à l'occasion du culte expiatoire institué sous Epiphane en l'honneur de cette princesse. Ainsi

tombent les arguments fondamentaux invoqués à l'appui de l'hypothèse d'un premier séjour d'Eratosthène à Alexandrie, sous Philadelphie. J'ajoute qu'il me paraît excessif de donner à ce mot de μαθητής le sens absolu d'élève et qu'on verra plus bas pourquoi Callimaque, installé avant Eratosthène à la cour d'Egypte et son aîné, peut avoir été considéré comme son maître par Suidas.

La question n'est cependant pas épuisée. En effet la découverte au XIX^e siècle, dans un manuscrit de Milan (1), de fragments de Tzetzés (prolegomena ad Aristophanis scholia et scholie de Plaute qui en est la traduction latine) édités par Ritschl, avait apporté un nouvel élément de discussion. Sans doute ces textes soulèvent des difficultés telles que Keil leur a parfois appliqué l'épithète de *fabulosus* et que Schneider (2) y a apporté des corrections explicatives qui la mériteraient. Ils sont cependant intéressants à notre point de vue parce qu'ils fournissent quelques affirmations précises. Eratosthène, par deux fois, y est cité comme occupant la haute fonction de « conservateur des livres » (τοῦ τοιοῦτου βιβλιοφύλακος τῆς τοσαύτης βιβλιοθήκης). Malheureusement ces textes contiennent aussi des affirmations très embarrassantes au point de vue chronologique. D'abord Callimaque y est, à deux reprises, nettement présenté comme ayant le même âge qu'Eratosthène et ayant été jeune en même temps que lui. De plus, après avoir énuméré le nombre des livres des deux bibliothèques du Palais et de Rhacotis, Tzetzés dit que Callimaque en a écrit les catalogues mais qu'Eratosthène fut « appelé par la confiance du roi » à la « conservation des livres ». Il semble dire ensuite que Callimaque était un jeune homme peu de temps avant que le travail de réunion et de classification fût accompli par Eratosthène et lui et que ce

1. Ambros. C. 222.

2. O. Schneider, *Callimachea*, 2 vol. Leipzig, 1870-73, in-8°. Bib. Nat. Yb 2747-48.

travail eut lieu peu de temps après la désignation d'Eratosthène comme bibliothécaire, sous Ptolémée Philadelphie (1). L'obscurité de ce tissu d'anachronismes est accrue par un autre passage qui déclare qu'Alexandre l'Etolien et Lycophron de Chalcis ont classé méthodiquement (διορθώσαντο) les ouvrages dramatiques, le premier pour les tragiques, le second pour les comiques, « en compagnie et avec le concours d'Eratosthène, le célèbre conservateur de cette immense bibliothèque ». Or bien que nous ne sachions à peu près rien de ces deux personnages, ils paraissent bien être d'une génération antérieure à Eratosthène et sans doute de celle de Philochore. De plus si Lycophron peut être considéré comme s'étant fixé en Egypte, Alexandre semble avoir été à la cour d'Antigone Gonatas vers 274 ou 276 et tous deux passent pour avoir travaillé aux catalogues avec Zénodote.

Pour débrouiller ce chaos l'érudition allemande a imaginé des combinaisons d'hypothèses tirées de biographies parallèles, au lieu de s'en tenir aux données de Suidas. Parmi ces hypothèses figure celle de la présence d'Eratosthène une première fois à Alexandrie en 250 avant son séjour à Athènes. Il aurait pu ainsi collaborer avec tous ces personnages sous Philadelphie, pendant les dernières années du règne (2). Mais cela n'explique pas que Callimaque soit présenté comme ayant le même âge qu'Eratosthène ni que son catalogue soit daté de « peu de temps après sa jeunesse » ni que les fonctions de bibliothécaire attribuées à Eratosthène soient données

1. J'essaie de serrer de mon mieux ainsi ce texte peu clair et d'expliquer ainsi l'expression, Καλλιμαχος, νεανίσκος ὢν τῆς αὐλῆς, ὑστέρω... ἀπεγράψατο, et le rapprochement qui suit entre les travaux de catalogue attribués à Callimaque et Eratosthène (désigné comme bibliothécaire) et accomplis μετὰ βράχῃ τινὰ χρόνον. Mais je ne me dissimule pas qu'on peut discuter cette interprétation. Les mots νεανίσκος ὢν τῆς αὐλῆς à eux seuls ont fait naître tout un débat ; on a été jusqu'à les traduire ainsi : « qui avait été élève de l'école de la cour ».

2. On remarquera que le procédé des dernières années employé ici est le même qu'à propos de la mort de Zénon.

comme contemporaines du règne de Philadelphie et de sa collaboration avec ces trois personnages.

N'est-ce pas d'ailleurs faire preuve d'un véritable fétichisme philologique que de prendre ainsi à la lettre certains détails d'un document aussi médiocre et, il faut avoir le courage de l'avouer, aussi inintelligible au point de vue chronologique ? N'est-ce pas une hardiesse excessive que de prétendre tirer des dates, précises et exprimées en chiffres, de rapports hypothétiques entre des biographies dont aucune n'a de solidité ni ne possède à sa base des éléments comparables, même de loin (1), aux données de Suidas sur Eratosthène ? Le vice originel de cette méthode de Biographies parallèles est d'apporter une réponse numérique à un problème indéterminé. A mon sens, la sagesse critique consiste à ne garder de Tzetzés que les éléments non contestables et à laisser à un avenir plus riche que nous en documents le soin de comprendre et d'expliquer les autres, qui sont justement ceux ayant un caractère chronologique.

Si l'on se résout à ce sacrifice nécessaire, et en somme provisoire, rien n'empêche, dans l'ignorance où nous sommes de la chronologie de Lycophron, d'Alexandre l'Etolien et même de Callimaque, d'admettre que tous trois appartiennent

1. Par exemple on fixe l'âge d'Alexandre l'Etolien d'après celui de Théocrite qu'on suppose avoir été son contemporain ; on fixe la naissance de Théocrite d'après l'âge auquel on estime qu'il a dû être élève de Philéas, qui lui-même a vécu « sous Philippe de Macédoine et son fils Alexandre le Grand ».

Pour Lycophron Wilamovitz a voulu déterminer son âge d'après le contenu de sa tragédie d'Alexandra et d'après l'idée qu'il devait avoir trente ans quand il l'a écrite. Comme cette tragédie ne contient pas d'éloges à l'adresse des Ptolémées et n'appelle pas Alexandre fils d'Ammon, on en conclut qu'il n'était pas encore à Alexandrie quand il l'a écrite. Et on précise par des comparaisons avec la vie... d'Alexandre l'Etolien.

Bouché-Leclercq a signalé à propos des biographies de Callimaque et de Théocrite la futilité d'une telle méthode et raillé « ces chercheurs fouillant au hasard, se contrecarrant à tout propos, se livrant à une sorte de guerre souterraine dont l'histoire tire en somme peu de profit ».

à la même génération et ont vécu assez pour collaborer avec Eratosthène aux catalogues ou que Callimaque ait eu la charge d'écrire le catalogue général, Eratosthène au contraire, étant « appelé par la confiance du roi » à la direction de la bibliothèque.

Les textes de Tzetzés sont donc vraiment trop inintelligibles au point de vue chronologique et les arguments fournis par le système des biographies parallèles sont vraiment de qualité trop inférieure pour valoir contre le silence de Suidas et légitimer l'hypothèse d'un premier séjour d'Eratosthène à Alexandrie sous Philadelphie. Eratosthène paraît donc bien n'être venu en Egypte que lorsqu'il y a été appelé d'Athènes.

3° L'ARRIVÉE EN EGYPTÉ ET LA NOMINATION A LA BIBLIOTHÈQUE

La date de l'arrivée d'Eratosthène en Egypte et celle de sa désignation comme « conservateur des livres » ou « chef de la Bibliothèque » (1) doivent être examinées conjointement. Sans doute ni Suidas ni Tzetzés ne lient les deux faits ; l'un ne parle pas même de ces fonctions dans son article sur Eratosthène ; c'est seulement au mot Apollonius qu'il y touche en présentant celui-ci comme le successeur d'Eratosthène ; l'autre mentionne deux fois cette charge et en souligne l'importance. Mais la seule chance qu'on ait actuellement d'éclairer un peu les deux événements est de chercher les rapports qui existent entre eux.

Le premier problème à résoudre est celui de savoir si Eratosthène a été nommé « conservateur des livres » dès son arrivée en Egypte. S'il en était ainsi la raison de son appel à Alexandrie serait claire mais il faudrait expliquer

1. C'est la traduction qui me paraît convenir aux mots βιβλιοφύλαξ (Tzetzés) et προστασία (Suidas).

pourquoi le jeune roi, qui avait près de lui des savants célèbres et d'une expérience consommée en raison de leur âge, a été prendre à l'étranger un jeune homme qui sûrement ne pouvait alors leur être comparé. Cette thèse de la nomination immédiate a été soutenue par Keil : il a même précisé que la désignation a été accomplie en 244, alors qu'Eratosthène avait, d'après lui, trente-deux ans ; il a lancé hardiment à l'appui de son opinion l'idée qu'un nouveau souverain devait naturellement vouloir un nouveau bibliothécaire.

Tout dépend en réalité de la réponse qu'on fait aux deux questions suivantes : Callimaque a-t-il été bibliothécaire entre Zénodote et Eratosthène ? S'il ne l'a pas été, quand est mort Zénodote ?

Le terrain ici est évidemment très mouvant. Néanmoins l'accord s'est à peu près établi en Allemagne (à l'exception de Busch) pour une réponse positive à la première question. Au contraire en France a prévalu la tendance inverse, pour laquelle on peut invoquer des arguments supérieurs à ceux, déjà anciens, de Couat dont Bouché-Leclercq a adopté les vues sans examen nouveau. En effet Zénodote et Eratosthène seuls sont désignés comme bibliothécaires par Suidas et Tzetzés. Sans doute la scholie latine de Plaute appelle Callimaque « *aulicus regius bibliothecarius* ». Mais ces mots, qui ne sont pas d'une précision absolument décisive (1), ne figurent pas dans le texte grec correspondant dû à Tzetzés et cet auteur a spécifié que la fonction a été confiée à Eratosthène et non à Callimaque. D'autre part la mort de Callimaque oscille, comme celle de Zénodote, entre 245 et 235 environ : il n'y a donc de ce chef aucune indication ferme en faveur de Callimaque. Enfin, autant qu'on peut affirmer quelque chose en ces matières, on serait porté à croire le décès de

1. On a pu les interpréter comme signifiant : « attaché à la cour du roi dans le service des livres » : en tout cas ils n'ont pas nettement le sens de chef de la bibliothèque.

Callimaque légèrement antérieur à celui de Zénodote (1). Quand on a proposé pour la mort de ce dernier l'année 243 on était surtout poussé par le désir de trouver entre lui et Eratosthène une place pour le bibliothécaire de Callimaque. 233 ou 234, ou en tout cas la 136^e olympiade, paraît être la solution la plus vraisemblable (2) pour la nomination d'Eratosthène.

On est donc fondé à prétendre avec une certaine probabilité qu'Eratosthène, venu en Egypte au début du règne de Ptolémée III, a passé à Alexandrie une dizaine d'années avant d'être nommé chef de la Bibliothèque, après Zénodote.

Peut-on trouver maintenant les raisons qui ont motivé l'appel d'Eratosthène et préciser, grâce à elles, la date de son arrivée.

Sur ce point on ne peut émettre qu'une conjecture pure. La plus plausible, à mon sens, serait celle-ci. Suidas n'a pas dit que ce fut le roi qui manda Eratosthène ; on a donc le droit de chercher ailleurs. Or si l'on examine avec soin l'histoire, on est frappé de l'importance qu'ont eue, au début du règne de Ptolémée III, les influences cyrénéennes. Le mariage d'Evergète avec l'héritière du roi Magas n'a pas été seulement la réalisation d'une fusion politique longtemps désirée ; il a été aussi une union basée sur une affection sincère : Evergète, qui fut le seul de sa race à montrer des vertus d'homme privé, a reçu de cette affection un éclatant témoignage lorsqu'avant son départ pour la grande guerre de Syrie sa femme, en un

1. Le texte, d'ailleurs tout à fait mauvais, de Suidas sur Aristophane de Byzance, dit, si l'on s'en tient à la lettre des expressions, que cet érudit fut élève de Callimaque pendant son enfance et de Zénodote quand il fut jeune homme. Suidas a ajouté, à l'article sur Eratosthène, qu'Aristophane de Byzance fut aussi le plus illustre élève de ce dernier. Il me semble qu'il y a là l'indication de trois événements consécutifs et non pas contradictoires et qu'il n'y a nul besoin pour les comprendre de prêter à Suidas un bouleversement des règles de la grammaire et d'appliquer à Zénodote ce qu'il a dit ici de Callimaque et inversement.

2. C'est à la fois l'opinion de Busch et de Bouché-Leclercq.

geste resté célèbre, consacra sa chevelure aux dieux pour lui assurer la victoire. Or c'est justement un Cyrénéen, Callimaque, qui fit à ce sujet des vers appréciés ; cet auteur, déjà poète officiel sous le règne précédent, appartenait à une famille de sang royal, ralliée à la dynastie nouvelle du Lagide Magas(1). Il n'y a donc rien de téméraire à penser que son influence personnelle fut grande alors et que, pour l'aider dans les travaux d'érudition qu'il jugeait lourds, il a pensé à un jeune compatriote de bonne famille, déjà apprécié à Athènes par des maîtres illustres et dont quelques-uns, comme Bion, n'étaient pas sans rapports avec Cyrène (2). Le fait serait d'autant plus admissible que les collaborateurs qu'on donne alors à Callimaque étaient tous, sauf Eratosthène, des gens âgés et que le bibliothécaire titulaire lui-même, Zénodote, était aussi un vieillard. Ce serait cette sorte de protection ou de dépendance que Suidas aurait exprimée par le mot vague de μαθητής. Trois influences fondamentales se seraient ainsi exercées successivement sur Eratosthène : à Cyrène, un bon professeur de lettres, Lysanias ; à Athènes un philosophe très ouvert et assez préoccupé de logique et de morale, Ariston ; à Alexandrie un compatriote bien en cour et poète éminent, qui l'a installé à ses côtés dans le plus grand centre d'érudition et de vie intellectuelle de l'antiquité. Comment s'étonner alors qu'il soit devenu avant tout littérateur, philosophe et poète et que ses qualités personnelles de mathéma-

1. Callimaque, fils de Battos et de Mesatma, est représenté par Strabon (XVII, 3 § 21) comme descendant du Battos qui fonda la ville et la dynastie gréco libyque de Cyrène. Son oncle paternel avait occupé les hautes fonctions de général en chef.

2. On pourrait presque dire aussi avec l'Egypte. Théodore l'Athée, qui fut un des maîtres de Bion, avait été chargé par Ptolémée I d'une ambassade auprès de Lysimaque.

Callimaque n'aurait fait qu'imiter Démétrius de Phalère qui a profité de sa situation à la cour d'Egypte pour y appeler son jeune camarade en péripatétisme Straton et pour faire de lui le précepteur du prince héritier.

ticien et de géographe ne se soient affirmées que par surcroît ?

Si l'on admet cette conjecture, qui me paraît la meilleure (1), l'arrivée d'Eratosthène à Alexandrie serait placée avec vraisemblance au moment où Ptolémée, revenu vainqueur, a réorganisé sa cour, c'est-à-dire vers 244.

Reste une dernière question. La nomination d'Eratosthène comme bibliothécaire a-t-elle été la récompense du préceptorat royal que Wilamovitz, Bouché-Leclercq et Knaack attribuent à Eratosthène. Je ne demanderais pas mieux que de le croire, bien que Philopator ne soit pas un élève capable de faire plus d'honneur à son maître que le grand dauphin à Bossuet. Mais la chronologie ne paraît pas favorable à l'idée d'une telle récompense. La naissance de l'héritier du trône ne peut être déterminée avec certitude (2) ; mais en prenant la date la plus lointaine (244) le jeune prince n'aurait eu sept ans révolus que vers 237/6. Or un fragment un peu trop oublié d'Eratosthène (Quintilien I, 1, 16) précise qu'il pensait que les études de l'enfant ne devaient pas commencer avant l'âge de sept ans. Il paraît difficile de croire qu'il ait soutenu cette opinion si une autre règle avait été suivie à la cour d'Egypte. Le préceptorat n'aurait donc été qu'à ses débuts lors de la nomination comme bibliothécaire. Il est plus sage de ne pas lier les deux questions.

CONCLUSION

On voit combien sont fragiles les bases sur lesquelles reposent nos connaissances chronologiques sur Eratosthène. Cependant, même en laissant de côté ce qui peut être sérieux-

1. Elle expliquerait au moins cette espèce de fidélité personnelle à la reine et à sa fille Arsinoé III dont Bouché-Leclercq avait été frappé.

2. Elle a eu lieu soit après le retour de Syrie soit au moins un an après la naissance de la jeune Bérénice, morte en 238. Bouché-Leclercq la place vers 242, ce qui renforcerait encore mon opinion.

sement contesté, il reste désormais assez de notions précises ou réellement probables pour permettre d'apercevoir dans quelles conditions a travaillé Eratosthène, de chercher de quels moyens d'action il a pu disposer pour ses informations géographiques et peut-être même de déterminer approximativement à quel moment il a composé ses ouvrages sur la description de la terre.

Les bases chronologiques établies ci-dessus se résument ainsi :

Eratosthène est né d'avril à juin 273 A. C. Il est venu, jeune homme, de Cyrène à Athènes où il est resté quelque temps. Il a été appelé en Egypte au début du règne d'Evergète, vers 244 probablement, par un compatriote, Callimaque, bien en cour auprès du nouveau roi et surtout de la nouvelle reine, Bérénice. Il a été nommé chef de la Bibliothèque vers 235, à la mort de Zénodote. L'apogée de son talent, et sans doute aussi de son influence à la cour, a eu lieu pendant les cinq ou six premières années du règne de Philopator, qui avait été vraisemblablement son élève, c'est-à-dire de 221 à 215 environ. Lors de la création de la procession de la Bouteille, soit vers la fin du règne, il était resté attaché à Arsinoé III Philopator, sœur et épouse du roi et digne descendante de la reine-mère Bérénice assassinée par son fils. Eratosthène est mort à la fin de sa quatre-vingt unième année, d'avril à juin 192.

Tels sont les éléments qui orienteront et limiteront la tentative de reconstitution qui va suivre.

CHAPITRE III

L'HOMME ET LE MILIEU

Les données chronologiques accessibles sur Eratosthène étant maintenant précisées dans la mesure du possible et au prix du minimum de conjectures, il s'agit maintenant d'en tirer parti au point de vue de notre sujet.

1. — Cyrène et Athènes au temps de la jeunesse d'Eratosthène

Si la personne d'Eratosthène est peu connue, les milieux où il a vécu le sont davantage. Partout ils se présentent comme ayant été de nature à mettre cet homme de valeur dans des conditions exceptionnellement favorables.

1° CYRÈNE

A Cyrène Eratosthène a pu voir, enfant, les dernières années du règne de Magas le Lagide et, jeune homme, les premières du règne de Bérénice, sa fille, c'est-à-dire l'époque troublée de sa minorité. Il a été ainsi dans sa patrie le contemporain d'une période d'agitation politique extrême mais aussi de prospérité et de véritable grandeur. La Cyrénaïque était alors, par rapport à l'Egypte ptolémaïque, un peu dans une situation analogue à celle qu'eut jadis l'Ecosse par rapport à l'Angleterre. Elle formait au point de vue physique, et surtout au point de vue politique, un ensemble assez complexe. Le plateau intérieur assez verdoyant, avec sa noblesse d'hippobotes, alliée de longue date aux grandes familles des

Libyens sédentaires, contrastait avec les terrasses cotières et leurs cultures de blé, de vigne et d'olivier possédées par de puissants géomores ; dans les ports avait grandi, à côté d'une plèbe cosmopolite, une ploutocratie de marchands enrichis par le trafic des caravanes et de la mer. Les luttes pour l'hégémonie entre l'aristocratie des deux villes de l'intérieur, Barca et Cyrène, s'y compliquaient de rivalités avec les cités nouvelles et croissantes du littoral et se grossissaient de luttes sociales. Aussi l'appel à l'étranger y avait-il été fréquent depuis l'expulsion de la vieille dynastie des Battiades et surtout pendant la crise du démembrement de l'Empire d'Alexandre. Après des vicissitudes cruelles pour Cyrène (1) les premiers Ptolémées avaient fini, grâce à la force de leurs armes, par unifier le pays sous une de leurs branches cadettes. Mais le roi Magas était un véritable souverain local : toujours menacé à l'intérieur de révoltes aristocratiques, toujours exposé à des interventions extérieures, il avait fini par s'allier à l'ennemi de l'Egypte, Antiochus II, dont il avait épousé la sœur, Apama, et il avait tenté de prendre l'Egypte à revers quand les circonstances paraissaient favorables. Mais à la fin de sa vie, alourdi par l'âge et par l'obésité, n'ayant qu'une fille toute jeune, il l'avait fiancée au futur Ptolémée III, préparant ainsi une réunion des deux Etats, malgré sa femme et contrairement aux désirs d'indépendance de l'aristocratie cyrénécenne. Aussi la minorité de Bérénice fut-elle marquée par des troubles qui paraissent avoir été intenses. La reine-mère essaya de remplacer le fiancé égyptien par un prince macédonien, ce qui provoqua une tragédie de palais dirigée par la jeune reine. Celle-ci se débarrassa de sa mère et du Macédonien, mais la ville « fut troublée et malade » et l'agitation des partis fut telle qu'on finit par faire

1. Ophellas, par exemple, partant contre Carthage, avait emmené de Cyrène plus de vingt mille hommes, dont beaucoup avec femmes et enfants, de façon que l'armée, dit Diodore, ressemblait à une colonie.

appel à deux ésymnètes, venus de Mégalopolis pour donner une nouvelle constitution à Cyrène. Bouché-Leclercq pense que ces philosophes, compatriotes d'Arcésilas, avaient été recommandés par lui et qu'ils ménagèrent un compromis entre la dynastie lagide et les libertés réclamées par l'aristocratie locale. En tout cas, c'est la date de 250 qui paraît la plus probable pour leur intervention et il est curieux de constater que c'est Arcésilas qu'Eratosthène désigne comme un des deux coryphées de la pensée philosophique lors de son séjour à Athènes. On aurait vraiment la tentation de croire que c'est vers cette époque, c'est-à-dire vers 23 ans, qu'il s'est rendu dans cette ville.

En tout cas, pendant cette période agitée, Cyrène a été, malgré les troubles politiques, une des cités les plus puissantes de la Hellade et elle a joué un grand rôle dans le développement de la pensée grecque. L'école d'Aristippe, continuée par sa fille Arété, puis par son petit-fils, Aristippe le Jeune, avait été une pépinière de penseurs très libres et vraiment originaux : parmi eux Théodore surnommé l'Athée, Hégésias surnommé par ironie l'apologiste du suicide, ont appartenu à la génération qui précéda celle d'Eratosthène et ont été en rapport avec la cour d'Égypte, avec laquelle leur indépendance d'esprit et d'allures n'a pu s'accommoder. L'influence des idées d'Aristippe s'est exercée sans conteste sur des hommes comme Bion le Borysthénien, si cher à Eratosthène, et Evhémère, dont le radicalisme philosophique et le rationalisme théologique ont fait scandale. Dans l'ensemble l'école de Cyrène, tout en plaçant dans le bonheur le but des recherches philosophiques, a été amenée à conseiller l'action mesurée et même le plaisir de l'intelligence ; elle a recommandé à la fois le respect des lois et la culture de l'esprit ou même la spéculation désintéressée pour ceux qui s'y plaisent ; elle a poussé à négliger les recherches abstraites ou purement théoriques pour s'attacher dans la science à ce qui peut

être utile au point de vue pratique. Aristippe et ses disciples ont été des « intellectuels » presque au sens moderne du mot. Ne dirait-on pas que l'œuvre et la vie d'Eratosthène sont une application de ces tendances ?

2° ATHÈNES.

L'enfance d'Eratosthène a été contemporaine des dernières tentatives d'indépendance athénienne. Après avoir fait appel en vain contre la Macédoine à des sauveurs, comme Démétrius Poliorcète et Pyrrhus, qui trahirent ses espérances, cette cité, sur la promesse de l'appui de l'Égypte, a tenté d'unir tous les amis de la liberté contre les oppresseurs de la Hellade ; ce mouvement, dû à l'action de deux jeunes stoïciens, Chrémonide et Glaucon (1), a échoué malgré une résistance de trois ans. Mais, si la ville fut obligée de capituler et de recevoir dans ses murs mêmes une garnison macédonienne, elle ne fut pas ruinée. Elle resta le centre intellectuel classique de la Grèce et le foyer vers lequel continuaient à accourir les jeunes gens instruits et désireux de se mettre au courant de toute la pensée hellénique. Les diverses écoles philosophiques s'y livraient une concurrence ardente et y rivalisaient de talents : mais il semble bien que le stoïcisme, après la mort de Zénon et l'aventure de Chrémonide, y ait subi une éclipse. Cléanthe, successeur de Zénon, ne passait-il pas d'ailleurs pour s'être rallié à prix d'argent à la Macédoine, ce qui ne l'empêcha pas de se livrer ensuite à des manifestations courtisanesques à l'égard de Ptolémée II ? Il est vrai que le commandant de la garnison macédonienne, Hiéroclès, paraît s'être appliqué à gagner les philosophes notables. En tout

1. Droysen croit qu'ils étaient frères. Bouché Leclercq dit justement à propos de la philosophie athénienne de cette époque : « spéculative et cosmopolite chez les professeurs, pour la plupart étrangers, elle put donner à l'âme de jeunes patriotes la trempe qui les raidit contre l'injuste oppression du faible par le fort ».

cas si les influences dominantes paraissent bien avoir été encore à Athènes celles de la tradition du Lycée et surtout celle de l'Académie, la plupart des maîtres cités par Eratosthène ont passé successivement par plusieurs écoles. Parmi eux Ariston et Bion ont été célèbres par leur virtuosité oratoire ; Arcésilas par sa culture mathématique : il avait été en effet élève d'Autolyceus l'astronome et d'Hipponicus le mathématicien. Il serait sans doute excessif de prétendre trouver l'indication précise des directions suivies par Eratosthène dans son opinion, citée par Strabon, sur les philosophes qui florissaient à Athènes de son temps. Mais on peut en retenir qu'il n'a pas subi l'emprise d'une école et qu'il a reçu une éducation éclectique. Il paraît avoir été attiré surtout par ceux qui s'inspiraient de la tradition platonicienne comme Arcésilas et Apelles et par ceux qui, comme Ariston et Bion, mettaient au service de la discussion des idées morales une virtuosité oratoire.

Rien ne paraissait jusqu'ici l'orienter spécialement vers la géographie.

II. — Eratosthène et le milieu Alexandrin

Eratosthène semble être arrivé à Alexandrie au moment où la bibliothèque était en pleine organisation.

Si obscure que soit encore l'histoire de cette institution célèbre, il est acquis aujourd'hui qu'elle n'a pas été créée d'un coup et qu'elle n'a pas eu du premier jet sa forme définitive. La création de Ptolémée I n'a guère consisté que dans la transplantation à la cour d'Égypte d'une organisation calquée sur celle de l'école de Théophraste. En effet Démétrius de Phalère, ancien gouverneur macédonien d'Athènes mais rallié par intérêt aux Lagides, avec qui il finit par se brouiller, était l'élève de cet illustre disciple d'Aristote. Il avait simplement établi, dans la partie d'Alexandrie réservée à la résidence royale et au milieu d'un jardin, une salle de cours con-

sacrée, selon l'usage, aux Muses et à laquelle attenaient un promenoir ainsi que des chambres destinées au logement des maîtres. Il avait vraisemblablement commencé à réunir une bibliothèque, mais je pense qu'on aurait tort d'en exagérer l'importance initiale (1). Démétrius avait naturellement profité de sa situation pour appeler près de lui des représentants de l'école péripatéticienne qui, fondée par le maître d'Alexandre le Grand, pouvait jouir auprès des lieutenants de ce roi d'une considération particulière : c'est ainsi qu'il fit venir Straton de Lampsaque, qui devint précepteur du prince royal (2), et le médecin Erasistrate. Mais cette espèce d'importation péripatéticienne en Egypte se transforma très vite. La richesse des Ptolémées et le goût particulier que les premiers de leur dynastie (3) montrèrent pour les choses de l'esprit conduisirent à agrandir et à embellir l'institution. Sous Philadelphie, qui transporta à Alexandrie la Bibliothèque d'Aristote (4) ainsi que les livres venus d'Athènes et de Rhodes (Athénée) ou réquisitionnés sur les navires de passage en Egypte, la bibliothèque finit par compter plusieurs centaines

1. Seules des sources suspectes, comme Josèphe ou Aristéas, donnent des chiffres, qui sont évidemment exagérés. On parle de 200.000 volumes réunis par Démétrius. Mais un zéro de plus coûte parfois peu !

2. G. Rodier, *La physique de Straton de Lampsaque*. Paris, 1891, in-8°. Bib. Nat. 8° R 10137.

Straton fut, après quelques années, remplacé par Philéas de Cos, le littérateur et poète qui acclimata à la cour les vers galants et l'élégie érotique.

3. Soter, si l'on s'en tient à l'anecdote rapportée par Proclus, se serait intéressé aux mathématiques : il a eu près de lui Euclide, Aristylle et Timocharès. Philadelphie a eu, comme certains princes autrichiens, le goût des collections et en particulier celui des livres et des curiosités zoologiques. Evergète fut un ardent bibliophile qui alla jusqu'à payer quinze talents un livre, rare. Philopator même, à ses débuts, montra quelques prétentions littéraires.

4. Ou, d'après une hypothèse de Bouché-Leclercq, une copie des livres de cette bibliothèque. Dans l'encyclopédie de Pauly, Gercke la réduit à quelques centaines de volumes. Strabon (XIII, 1, § 54) dit qu'Aristote les classa lui-même et que son procédé servit de modèle au classement de la bibliothèque d'Alexandrie.

de milliers de volumes; le local qui lui était assigné dans le Palais devenant insuffisant, on déversa les ouvrages les moins importants, et sans doute les doubles, dans un édifice de la ville : d'après Tzetzés, au temps où Callimaque fit le catalogue général, c'est-à-dire vers le moment où on peut placer l'arrivée d'Eratosthène, la petite bibliothèque du Sérapéum, placée dans un quartier de la vieille ville ou Rhacotis, comptait 42.800 volumes et la bibliothèque du Bruchéion, ou bibliothèque royale, contenait 400.000 volumes « mêlés » et seulement 90.000 ἀπλὰι ou écrits consacrés à un seul ouvrage. On ne peut guère préciser davantage la transformation (1), mais il est certain que, sous Philadelphie, Musée et Bibliothèque devinrent deux institutions distinctes. La première était une sorte de fondation pieuse administrée par un prêtre ou président nommé par le roi et servant à l'entretien de pensionnaires, érudits en divers genres, inscrits sur une liste établie par numéros (2) : Eratosthène y a figuré au numéro 1 exprimé par la lettre A; nous savons, par diverses anecdotes, que le souverain pouvait y rayer des noms à son gré. La Bibliothèque au contraire fut un service de la cour, comprenant deux établissements réunis sous la direction d'un haut fonctionnaire, qui semble, au moins au III^e siècle, avoir été nommé à vie et qui commanda (προὔστη) à des collaborateurs, sans doute présentés par lui à l'approbation du roi : il y en aurait eu parfois jusqu'à douze (Siméon Magister). On a quelque raison de penser (Sussemihl) que la nomination de Zénodote au poste de « chef des Bibliothèques » (3) marque

1. Bonamy et Letronne ont contesté que la grande bibliothèque fût attenante au Musée ou placée dans le Musée.

2. « Photius, dit Bouché-Leclercq, parle d'un classement par lettres de l'alphabet, dont chacune représentait ce que nous appellerions un fauteuil académique ». Je ferai observer que, les Grecs ne connaissant pas nos chiffres, cette liste n'est pas alphabétique mais numérique et que rien ne prouve que, comme nos fauteuils académiques, les places y aient été en quantité limitée et invariable.

3. ὅς καὶ πρῶτος... τῶν ἐν Ἀλεξανδρίᾳ βιβλιοθηκῶν προὔστη (Suidas).

le début de cette organisation. Si l'on admet les considérations que j'ai exposées au chapitre précédent, on attribuera à la fin de sa très longue administration et aux dix premières années d'Evergète, ainsi que peut-être aux dernières de Philadelphie, le grand travail de classement puis de catalogue auquel Callimaque semble avoir présidé ; Eratosthène aurait été appelé pour l'y aider et y aurait joué un rôle tel qu'il obtint, après Zénodote, la dignité de « conservateur des livres » qu'il cumula avec la prébende de premier pensionnaire du Musée.

On est frappé de la grande supériorité que devait assurer à Eratosthène une carrière de cette nature. Obligé pendant une dizaine d'années de travailler à la description méthodique de cette immense réserve de livres, il s'est trouvé dans les conditions les plus propres à développer chez un jeune savant une culture générale étendue et à mettre à la disposition d'un esprit naturellement encyclopédique (Strabon) une masse d'informations extrêmement variées. Les catalogues alexandrins en effet n'étaient pas, comme les nôtres, de simples répertoires alphabétiques des livres : les auteurs paraissent y avoir été rangés par ordre chronologique ou même au besoin « par ordre de mérite » (Bouché-Leclercq) ; pour chacun d'eux on trouvait une courte biographie, une indication sommaire du contenu et des indications bibliographiques. Les 120 livres des Tableaux (πίνακες) auxquels a présidé Callimaque constituaient donc une sorte de sommaire méthodique, fait sur les originaux, de l'ensemble de la pensée grecque. Il semble d'ailleurs que, si le classement des poésies épiques a été effectué avant Eratosthène et s'il n'a été qu'un assistant éminent de ceux qui ont répertorié les oeuvres dramatiques (Tzetzés), l'inventaire de la prose, et notamment des philosophes, historiens et polygraphes (παντοδία), a été accompli en dernier lieu et de son temps. Eratosthène, qui a été un des principaux ouvriers de ce « travail de géants » (Susemihl), a été mis ainsi

pendant une dizaine d'années en contact direct avec un tel total de connaissances qu'il n'aurait eu, en quelque sorte, qu'à puiser dans ses souvenirs ou dans ses notes pour trouver, classées et dépouillées, les informations dont il avait besoin. Bien mieux l'homme entré ainsi armé dans la lice a été ensuite pendant plus de quarante ans chef de ces bibliothèques ; il a disposé sous Evergète et sous Philopator, dont il fut le précepteur, d'une influence incontestée à la cour, à un moment qui marque sans doute l'apogée de la dynastie des Lagides ; il a eu ainsi la faculté de trouver, presque à son gré, des collaborateurs précieux tant dans le monde savant que dans l'administration royale elle-même. On comprend qu'Hipparque ait laissé percer une pointe d'envie dans la constatation des ressources immenses que la Bibliothèque a mises sous la main d'Eratosthène (Strabon). On s'explique surtout que l'abondance et la qualité de sa documentation géographique, de ses comparaisons d'itinéraires et de mesures, aient tant frappé ses successeurs et leur aient rendu tout à fait difficile de rivaliser avec lui sur ce terrain.

Certes il est impossible, avec les renseignements dont nous disposons, de déterminer dans quelle mesure et dans quel sens un tel milieu a agi sur l'esprit d'Eratosthène et orienté ses recherches personnelles. Cependant on est déjà fondé à retenir quelques indications précises. On sait qu'à Alexandrie la tradition aristotélécienne a été forte, surtout dans les sciences de la nature, illustrées par Straton de Lampsaque ; or, d'après ce que nous savons du séjour d'Eratosthène à Athènes, ce n'est pas l'influence péripatéticienne qui avait dominé sa jeunesse. Il est donc curieux de constater que, sur un très grand nombre de points de géographie générale ou physique, il s'est évidemment inspiré des idées d'Aristote. Hugo Berger l'a démontré en des pages qui comptent parmi les meilleures de son Histoire ; je reviendrai d'ailleurs plus loin sur cette question. D'autre part dans les mathématiques pures ou appliquées la tradition euclidienne, fondée à Alexandrie même au

début de la dynastie des Lagides, y était si puissante qu'Archimède crut devoir se rendre en Egypte pour la bien connaître et s'y lia d'amitié avec Eratosthène. L'astronomie avait toujours été en honneur chez les Ptolémées : les observations d'Aristarque de Samos, « le Copernic de la Hellade », d'Aristylle et de Timocharès ainsi que l'installation, dans le Palais et probablement au Musée, de grandes armilles permettent de croire à l'existence d'un véritable observatoire : la réforme du calendrier, acceptée par un véritable concile du clergé égyptien (1) en 238 A.C., fut certainement suggérée à Evergète par les mathématiciens et astronomes d'Alexandrie. Peut être leur dut-il aussi la tentative de chronologie nouvelle suivie dans les monnaies sous ce règne et sous le suivant, à partir de 241 (2) et que Bouché-Leclercq croit avoir été complétée par un essai de fusion avec la vieille chronologie égyptienne : en ce cas la mission confiée à Eratosthène à propos des rois de Thèbes se rattacherait probablement à cette tentative. Or, si les directions platoniciennes reçues par Eratosthène à Athènes étaient de nature à le pousser dans la voie des mathématiques et surtout de la géométrie, il est parfaitement légitime d'admettre que dans un pareil milieu ces tendances aient trouvé des conditions excellentes pour leur plein développement.

N'est-ce pas enfin la vie intellectuelle particulière d'Alexandrie et peut-être aussi l'exemple brillant de son protecteur Callimaque qui ont conduit Eratosthène à devenir un maître dans les plus sérieux de ces genres poétiques artificiels, et tant soit peu « précieux », si l'on me permet un tel anachronisme, grâce auxquels se fondaient pour les intellectuels d'alors les réputations à la cour ? Je ne crois pas devoir reve-

1. Le décret pris par ce synode de Canope est connu par plusieurs stèles dont le déchiffrement a fait naître de nombreuses discussions relatives à la langue dans laquelle est écrit le texte égyptien.

2. Cette ère des Lagides n'a pas duré d'ailleurs. Ptolémée V Epiphane y a renoncé. Eratosthène en a vu la fin.

nir ici sur ce que j'ai déjà dit à ce sujet dans ma bibliographie ératosthénienne. Mais il faut de plus remarquer que, dans un monde où les livres, tous manuscrits, étaient en somme rares et infiniment moins accessibles qu'aujourd'hui au public lettré, la mémoire jouait nécessairement un plus grand rôle et que les vers aidaient à graver dans l'esprit les règles et les vérités. La poésie épigrammatique et didactique a été dans toute l'antiquité un moyen courant d'exposition des idées. P. Tannery n'a-t-il pas été jusqu'à penser que la forme même donnée aux démonstrations euclidiennes était inspirée par des préoccupations analogues? La fameuse formule, *ce qu'il fallait démontrer*, n'a peut-être été originellement qu'un moyen mnémonique, analogue à l'*Aoi* qui dans les poèmes du moyen âge marque le repos du chanteur et la pause du récit. L'épigramme d'Eratosthène sur le doublement du cube est aussi très caractéristique de cet état d'esprit : après avoir exposé dans une longue lettre l'histoire du problème et sa solution, Eratosthène résume le tout en douze vers suivi d'un court « envoi » au roi. Ainsi la poésie telle que l'a comprise Eratosthène était, en même temps qu'une concession à la mode, un procédé d'exposition à l'usage du gros public, qui ne se composait pas alors de « lecteurs », comme de nos jours : entre l'Hermès d'Eratosthène et les Apparitions d'Aratus il n'y aurait en ce cas qu'une différence de sujet mais non d'intention ni de portée.

III. — Place de la géographie dans l'œuvre ératosthénienne

Essayons maintenant de serrer de plus près les observations qui précèdent et d'en tirer les conséquences applicables à notre sujet.

Eratosthène a subi, sous l'influence du milieu alexandrin, une évolution incontestable et profonde. Strabon paraît l'avoir caractérisée par le reproche même qu'il adresse à son prédé-

cesseur à propos des jugements émis par lui sur ce qu'il a vu à Athènes : Eratosthène a cessé en Egypte de se préoccuper surtout de philosophie et c'est là que, sans abandonner les spéculations de sa jeunesse, qui restèrent pour lui une sorte de « diversion agréable et instructive », il s'est adonné surtout à des « études encyclopédiques ». Parmi celles-ci la critique littéraire, les mathématiques et en particulier leurs applications géométriques et astronomiques, enfin la poésie didactique ont joué le premier rôle. C'est ce que constatent avec raison les appréciations portées sur son œuvre par Strabon (XVII, 3 § 22), Lucien et Suidas : c'est ce qu'a exprimé d'un mot Denys de Cyzique en disant qu'il avait atteint les plus hauts sommets. Reste à savoir maintenant comment il est devenu géographe et quelle place la géographie tient dans l'ensemble de ses travaux.

On serait à première vue porté à croire qu'elle n'a été pour lui qu'un accessoire d'importance très secondaire. En effet, sauf Cicéron qui mentionne en passant la géographie d'Eratosthène, seuls les spécialistes ont parlé de lui à ce titre et aussi souvent pour le contredire que pour l'approuver : Scymnus, Arrien, Denys le Périégète, sont ses partisans, mais Hipparque, Artémidore et Marcien d'Héraclée le combattent, assez injustement d'ailleurs ; Strabon, à qui pourtant nous devons l'essentiel de ce qui reste du traité sur la terre habitée, résume son œuvre entière par les mots poète, littérateur et mathématicien. — Un tel jugement serait néanmoins tout à fait téméraire selon moi. Sans doute ce qui a surtout frappé les anciens c'est l'universalité du génie d'Eratosthène. Il a excellé en effet dans les mathématiques pures et appliquées ; dans les sciences d'observation et d'explication de la nature qui naissaient alors sous le nom de physique ; dans la chronologie comparée et méthodique qui devait d'après lui fournir une base solide à l'histoire générale. Il a eu une si belle place dans les études littéraires que c'est probablement lui qui prit le premier le titre de *κριτικὸς*, de *γραμματικὸς* ou de *φιλόλογος*, dans le sens nou-

veau d'érudit ou de savant qu'eurent alors ces mots. Il a brillé, tant pour la forme que pour que le fond, dans cette poésie didactique qui servit à la vulgarisation de la science. Il a eu le même éclat dans la philosophie dogmatique et morale qui demeura l'essentiel de la pensée des milieux cultivés antiques. Comment s'étonner qu'on ait vu surtout en lui l'homme qui remporta la palme dans tous les genres et à qui on a décerné le surnom de Pentathle, qui avait été appliqué à Démocrite pour la première fois (1). Mais il n'en faudrait pas conclure que son effort géographique ait été considéré comme négligeable. Seulement cet effort se composait de deux écrits distincts dont l'intérêt n'était pas le même pour le public lettré. Parler de la terre en tant que sphère, c'était traiter un chapitre de la description générale du monde ; ici la géographie n'était qu'une partie de l'astronomie et de la géométrie. Eratosthène lui-même, tant dans l'*Hermès* que dans son *Traité des Mesures*, se plaçait à ce point de vue ; on sait d'ailleurs que l'antiquité a rendu justice équitable à ces écrits, considérés seulement comme des œuvres mathématiques. Au contraire la description de la terre habitée restait, pour les gens cultivés, dans le domaine des connaissances pratiques et ne s'élevait ni au rang de science pure (2) ni à celui d'œuvre littéraire (3). De plus Eratosthène, en tentant d'encadrer ses peintures des pays et des peuples dans des figures géométriques arbitraires basées sur des évaluations empiriques, a accompli un essai très personnel mais qui n'intéressait que les techniciens et qui a soulevé tout de suite de grosses objections. Son traité géographique n'apparaissait donc

1. Diogène Laerce a attribué à Socrate la création de ce bon mot. « Mathématicien, naturaliste, éclairé dans la morale et instruit dans les arts libéraux et les arts mécaniques, Démocrite méritait au jugement de Socrate lui-même d'être comparé à ceux qui ont remporté la palme dans les cinq espèces de combats des jeux olympiques ».

2. C'est le sens profond et la base même de la critique d'Hipparque contre Eratosthène.

3. Le silence des écrivains classiques sur les auteurs des géographies et même sur « l'Œuvre colossale » de Strabon est, à cet égard, très significatif.

pas comme une œuvre de premier plan et ressemblait à sa tentative de chronologie universelle qui a été abandonnée, avant même qu'il fut mort, par la dynastie qui l'avait invitée à l'établir. Or c'était pour ce traité seul qu'avait été employé le titre « Géographie ».

On comprend maintenant pourquoi l'opinion éclairée n'a pas jugé nécessaire de mentionner la qualité de géographe parmi celles qu'on s'est accordé à reconnaître à Eratosthène et quelle est dans l'œuvre d'Eratosthène l'importance de chacun des deux traités qui servent à l'exposé de ses diverses idées sur la terre. Mais il n'y a aucun moyen sûr de déterminer les dates auxquelles ils ont été composés ou les rapports qui ont existé entre eux. On a seulement le droit d'affirmer que la *Géographie* est postérieure au *Traité des Mesures*, puisque la largeur de la terre habitée y est fixée au moyen d'évaluations de distances calculées d'après la circonférence donnée à la terre par Eratosthène. Néanmoins certains rapprochements sont déjà possibles. Le *Traité des Mesures* fait partie des recherches mathématiques d'Eratosthène ; or le nom d'Evergète se trouve deux fois associé à de telles études : ce roi a, au début de sa période de paix extérieure, fait appel aux astronomes pour sa réforme du calendrier et c'est à lui que, vraisemblablement vers la fin de son règne (1), Eratosthène a adressé sa lettre sur le doublement du cube. C'est là un indice, bien léger d'ailleurs, en faveur de l'hypothèse que le *Traité des Mesures* a été composé sous Evergète et de préférence, selon moi, vers la fin du règne, après le préceptorat du prince héritier. L'*Hermès*, au contraire, est une œuvre qui paraît appartenir à la période où le talent d'Eratosthène était à son apogée, c'est-à-dire au début du règne de

1. L'envoi qui termine l'épigramme invite Evergète à associer son fils au trône : une telle suggestion ne pouvait être faite par un courtisan que s'il s'agissait d'une cause gagnée d'avance (Bouché-Leclercq) ; mais aussi pour qu'elle fût proposable il fallait que le jeune prince eût fini ses études.

Philopator (1). Quant à la *Géographie* elle est, en principe, une sorte de corollaire du *Traité des Mesures*, mais elle suppose un très gros et très ingrat effort de compilation qui semble peu compatible avec une vieillesse très avancée (2) : la conjecture la moins hasardeuse consisterait donc à ne pas la reculer après la soixantaine et à ne pas trop l'éloigner du *Traité des Mesures* ; on serait ainsi incité à penser pour elle aux dernières années d'Evergète ou aux premières de Philopator. On ne saurait d'ailleurs donner sur tous ces points que des impressions personnelles ; mais, lorsqu'il est éclairé par une connaissance approfondie d'un sujet, l'esprit de finesse n'est pas absolument à dédaigner. Il vaut mieux en tout cas que la conjecture vague lancée tout à fait à la légère par Bernhardt et d'après laquelle l'œuvre géographique d'Eratosthène, contenue d'après lui dans un seul traité intitulé *Géographie*, serait antérieure à la fin de la première guerre punique. Bernhardt se fondait sur un fragment (IB 9 Berger) dans lequel Eratosthène indique qu'une des raisons pour lesquelles on n'a pas de renseignements certains sur les

1. Je crois du reste que le terme si vague d'apogée, employé par les compilateurs, correspondait dans leur esprit surtout aux œuvres littéraires d'un auteur.

2. On peut objecter que Denys de Cyzique, témoin de premier ordre, indique que cette vieillesse n'a pas été affligée par la maladie ; mais ce ne serait pas là une objection décisive. Le récit de Suidas sur la fin d'Eratosthène ne saurait être pris au sérieux. En effet l'épigramme funéraire de Denys de Cyzique dit qu'Eratosthène ne s'est pas éteint obscurément de maladie (οὐ κατὰ νοῦσος ἀμαυρῇ ἔσθυσεν), mais sous le poids de l'âge et dans son lit. Lucien, dans sa dissertation sur la Longévité, énumère les personnages illustres qui, fatigués d'une trop longue vie, passent pour s'être laissé mourir de faim. Il cite parmi eux Démocrite, Zénon, Cléanthe, Gorgias et Aristarque, mais nullement Eratosthène, dont cependant il donne l'âge au moment de son décès. En face de ce double témoignage de premier ordre l'histoire racontée par Suidas ne mérite pas d'être retenue. Faut-il aller jusqu'à voir dans l'affirmation de la cécité qui aurait conduit Eratosthène au suicide une simple déformation du qualificatif un peu alambiqué de Denys de Cyzique, ἀμαυρῇ, qui a quelquefois le sens d'aveugle ?

pays de la Méditerranée occidentale provient de ce que les Carthaginois coulaient les navires qu'ils trouvaient sur les routes maritimes allant vers la Sardaigne et les Colonnes. Or la Sardaigne, disait Bernhardt, a été conquise par les Romains pendant la première guerre punique. C'est vraiment trop raisonner à la hâte. La Sardaigne a été conquise en 238, alors qu'Eratosthène avait une quinzaine d'années et la *Géographie* n'a sûrement pas été composée avant l'arrivée d'Eratosthène à Alexandrie ni au début de son séjour dans cette ville. Le texte invoqué ne saurait d'ailleurs fournir aucune indication chronologique précise.

DEUXIÈME PARTIE

LA DESCRIPTION MATHÉMATIQUE DU GLOBE

CHAPITRE PREMIER

LES DOCUMENTS

1^o La source originelle

A. — LA DÉCOUVERTE DU TRAITÉ NOUVEAU ÉRATOSTHÉNIEN

La conclusion de mon Etude bibliographique est que l'œuvre d'Eratosthène, en ce qui touche la science de la terre, comportait deux parties très nettement distinctes dont l'une proprement géographique était consacrée à la description de la « terre habitée », c'est-à-dire du monde connu des Grecs, tandis que l'autre, plus spécialement mathématique, consistait en une étude générale de notre sphère. Si cette opinion ne saurait prétendre à la certitude absolue, elle présente au moins le maximum possible de probabilité actuelle. Elle est en effet le développement logique des conclusions déjà atteintes par l'érudition la plus sûre ainsi que l'aboutissement naturel des derniers progrès de la science contemporaine. Les deux périodes les plus fécondes pour la reconstitution du texte ératosthénien ont fini, sur ce point, par suivre la même route : érudition polymathique et philologie géographique ont abouti en effet à des vues concordantes mais incomplètes encore. Fabricius, résumant les résultats acquis à la fin du xviii^e siècle, a affirmé que la mesure du méridien terrestre et aussi la détermination des distances existant

entre la terre, la lune et le soleil, se trouvaient contenues dans l'ouvrage visé par Macrobe et, traduisant en grec le titre donné en latin par celui-ci, il appelait cet écrit Μέτρησεις. D'autre part en faisant, à tort et par pure intuition, des idées d'Eratosthène sur les vents un traité spécial et non plus une simple fraction de la *Géographie* Fabricius allait, en somme, dans le même sens. A la fin du XIX^e siècle, les manifestations de cet état d'esprit se sont multipliées et précisées. Hultsch a pensé à un écrit particulier consacré aux dimensions du soleil. Hugo Berger a repris l'opinion que le calcul du plus grand cercle de notre sphère n'était qu'une des parties de l'ouvrage cité par Macrobe. Nissen, dans son étude sur la mesure de la terre par Eratosthène, a fait un pas de plus. Il a retrouvé un texte qui affirme l'existence d'un traité ératosthénien intitulé : *la Mesure de la Terre* (1). D'autre part, en s'appuyant sur une interprétation personnelle d'un passage de Galien où Eratosthène est cité (2), il en a, à sa façon, déterminé le contenu. A son tour Knaack a émis l'hypothèse que c'est dans l'écrit rappelé par Macrobe que la description de la Rose des Vents conservée par Galien pouvait trouver place. La solution, plus compréhensive et plus étroitement adaptée aux fragments de l'ouvrage, que j'ai apportée m'a été inspirée surtout par la comparaison entre les sources des diverses catégories de fragments et elle est le couronnement de cette évolution. Elle a ainsi pour elle la garantie la meilleure que, selon une remarque très sagace de P. Tannery, dans sa *Géométrie grecque*, on puisse souhaiter : elle est dans le sens des efforts entrepris par le petit nombre des érudits les plus qualifiés qui se sont récemment occupés de la question. On considérera donc désormais comme acquis que l'ensemble des divers livres du traité

1. Héron l'Ancien (*Dioptrique* C. 35 Schone Leipzig 1903) dit textuellement : 'Ερατοσθένης ἐν τῷ ἐπιγραφομένῳ περὶ τῆς ἀναμετρήσεως τῆς γῆς.

2. Galien, *Institutio Logica*, § XII, p. 26 (Kalbfleisch, Leipzig chez Teubner 1896).

révélé par Macrobe forme une source commune d'où nous sont venues les idées d'Eratosthène sur l'évaluation du méridien terrestre, sur les zones, sur les vents, sur les inégalités de la surface du globe, enfin sur la grandeur du soleil par rapport à celle de notre planète et sur la distance de celle-ci à la lune et au soleil.

B. — LE CONTENU DE CE TRAITÉ

Mais n'est-il pas possible d'aller plus loin encore et de préciser davantage la nature exacte de cet ouvrage ? Sans doute on ne saurait procéder ici que par conjectures. Néanmoins certaines d'entre elles ont en leur faveur des vraisemblances intéressantes.

Hultsch, poussé surtout par l'impossibilité de placer les courts fragments relatifs au soleil et à la lune dans la géographie ou dans un autre des ouvrages mathématiques d'Eratosthène, avait pensé à un traité spécial consacré par celui-ci au soleil. C'était une hypothèse analogue à celle émise jadis par Fabricius à propos des vents. Elle serait aisément conciliable avec l'introduction de ces données dans les « Mesures » : il suffirait en effet d'en faire un des livres de cette œuvre. Toutefois on a la faculté de serrer la question de plus près.

Si l'on s'en tient seulement au texte très bref de nos fragments, on incline à douter de l'existence d'un écrit particulier sur le soleil et même de celle d'un développement consacré spécialement à lui dans le corps des « Mesures ». Les notions relatives au soleil et à la lune se réduisent en effet à de brèves comparaisons avec la terre et ne suggèrent pas l'impression d'un chapitre où seraient décrits ces deux corps célestes. Le contraste entre ces débris ératosthéniens et ceux qui se rapportent à l'évaluation du méridien, aux zones et à la rose des vents renforce encore cette observation. Cependant elle n'est pas décisive : les fragments qui visent les inégalités de la surface sont aussi brefs que ceux qui concernent

le soleil et la lune. Mais d'autre part Macrobe indique qu'Eratosthène exprimait la grandeur du soleil en fonction de celle de la terre, comme s'il s'agissait d'une simple illustration ou d'un complément du résultat obtenu pour notre planète. Les distances de celle-ci à la lune et au soleil sont partout formulées en myriades de stades, c'est-à-dire au moyen de l'unité même employée pour définir la circonférence terrestre. Or Eratosthène a été le seul à employer pour cette mesure une telle unité. L'usage, à Alexandrie surtout, était, depuis Aristarque de Samos, de prendre la distance de la terre à la lune pour unité, lorsqu'on définissait l'éloignement du soleil par rapport à la terre ; Hipparque, plus tard, a pris le rayon terrestre pour unité. Il semble donc, à s'en tenir au texte de nos fragments, qu'Eratosthène se serait borné à traduire en myriades de stades les données déterminées par les astronomes contemporains, c'est-à-dire à ramener à une commune mesure, déterminée sur la terre même, les évaluations reçues.

Toutefois cette conjecture soulève une objection. La méthode d'évaluation de la grandeur et des distances du soleil et de la lune avait été trouvée (1) à Alexandrie même, et probablement au début de règne du Ptolémée II Philadelphe, par un des plus grands astronomes de l'antiquité, Aristarque de Samos. Son ouvrage, intitulé *Sur les Grandeurs et les Distances du soleil et de la lune*, avait fait époque tant par la simplicité de sa méthode que par le fait que ses conclusions reportaient les limites de l'univers bien au delà de celles que, sur la foi des théories pythagoriciennes, on avait gardé l'habitude de lui assigner. Aristarque de Samos, dont Pappus nous a conservé le procédé comme Cléomède nous a conservé celui

1. Tannery, dans ses *Recherches sur l'histoire de l'astronomie hellène* (Bib. Nat., 8° V 24229), suppose qu'Eudoxe de Cnide devait avoir déjà pratiqué cette méthode, parce qu'il donnait un chiffre presque égal à celui d'Aristarque pour le nombre de distances lunaires constituant la distance du soleil à la terre. C'est là une simple hypothèse personnelle que jusqu'ici ne soutient aucun commencement de preuve.

d'Eratosthène, résolvait le problème de l'éloignement réciproque de ces trois corps célestes au moyen d'une application très simple de la géométrie plane. Sa méthode de « Dichotomie de la lune » s'appuyait sur les propriétés du triangle rectangle, tout comme celle d'Eratosthène pour la mesure de la circonférence terrestre s'appuyera sur les propriétés d'une sécante à deux parallèles : toutes deux se ramènent ainsi à une seule observation d'angle, d'où l'on déduit par une construction géométrique rectiligne la solution du problème astronomique posé. L'analogie des deux procédés est assez grande pour qu'on puisse se demander si le second n'a pas été suggéré à son auteur par le premier. Aristarque arrivait ainsi à évaluer la distance du soleil, hypoténuse de son triangle rectangle, en fonction de la distance lunaire qui constituait un des côtés de l'angle droit, le sommet de celui-ci étant au centre de notre satellite. Mais il trouvait pour la distance solaire dix-huit à vingt fois la distance lunaire, tandis que si l'on compare ces deux distances entre elles d'après les nombres qui sont attribués aux évaluations d'Eratosthène, ces dernières apparaissent comme beaucoup trop différentes pour qu'on songe un seul instant à une simple traduction en stades des solutions d'Aristarque. Faut-il donc admettre qu'Eratosthène avait établi pour le soleil et la lune des mesures nouvelles basées sur des calculs originaux ? Il serait difficile de croire que, s'il en avait été ainsi, le fait eût passé inaperçu. Comment Hipparque qui a, d'après Théon d'Alexandrie, composé un ouvrage sur le même sujet qu'Aristarque et sous le même titre, aurait-il sur ce terrain ménagé Eratosthène, alors qu'il l'attaque si ardemment en géographie pour ses mesures et que les évaluations ératosthéniques lui auraient fourni, par leur nouveauté indiscutable, une excellente occasion de critique ? Certes on pourrait supposer qu'Aristarque avait cessé de faire autorité à Alexandrie et que les astronomes de cette ville contemporains d'Eratosthène avaient, par réaction contre les idées très personnelles d'Aristarque, admis d'autres évaluations acceptées par Erato-

sthène. La vérité est que, dans l'état actuel de notre documentation, nous ne pouvons ni expliquer les différences qui existent entre les évaluations d'Aristarque et celle d'Eratosthène ni même comprendre très exactement la valeur et l'origine des nombres que celui-ci a énoncés (1).

Dans ces conditions, l'attitude la plus raisonnable n'est-elle pas de s'en tenir, au moins provisoirement, à l'impression qui ressort des textes et de se borner à croire qu'Eratosthène n'avait écrit ni un traité spécial sur la mesure du soleil ni même consacré à ce sujet particulier un livre spécial de son ouvrage général sur les *Mesures*, mais qu'il avait simplement appliqué aux idées alors reçues à Alexandrie sur ces points l'unité calculée exactement par lui pour la définition de la circonférence terrestre. Cette traduction en myriades de stades de distances astronomiques que nous ne pouvons apprécier sûrement apparaîtrait ainsi comme une tentative de systématisation métrologique personnelle tout à fait analogue à celle que les sphragides ont tenté d'introduire dans la géographie.

Le texte de Héron l'Ancien pose un nouveau problème. Doit-on l'interpréter comme donnant le titre même de l'ouvrage général d'Eratosthène ou comme indiquant que la mesure du méridien terrestre constituait, avec un sous-titre particulier, une division de ce même ouvrage?

Le simple rapprochement entre les textes de Macrobe et de Héron l'Ancien fournit déjà sinon un plein éclaircissement du moins une orientation. En appliquant à ces documents la règle chronologique, le témoignage de Macrobe n'apparaît pas comme le meilleur. Il est en effet postérieur à l'autre d'un bon demi-millénaire; il émane d'un compilateur latin de la décadence et non d'un des créateurs de la métrologie dans l'antiquité; il date d'une époque où, pour des écrits de ce genre, on n'utilisait plus guère que des manuels ou résumés

1. Voir chapitre III.

antérieurs et où l'on sait que « en thèse générale, dès le ^v^e siècle de notre ère, des ouvrages (mathématiques) qui cependant avaient dû rester longtemps accessibles étaient désormais introuvables » (P. Tannery, *la Géométrie grecque*). On serait donc vraiment fondé à prétendre que le traité d'Eratosthène était, conformément au texte de Héron, consacré exclusivement aux mesures de tout ordre qui se rapportaient à la sphère terrestre, prise dans son ensemble et que le titre en était bien : *περί τῆς ἀναμετρήσεως τῆς γῆς*, c'est-à-dire « *la mesure exacte de la Terre* » ou, en forçant un peu, « la réforme des mesures de la Terre ». La traduction donnée par Macrobe en ces mots, *libri de dimensionibus*, serait ainsi une simple déformation de l'original et le pluriel employé viserait le contenu du traité. Cette conclusion s'appuie sur un texte clair émanant d'un homme qui fut peut-être le contemporain d'Eratosthène et qui a joui, en métrologie, pendant l'antiquité tout entière, d'une autorité égale à celle qu'a eue Euclide en géométrie théorique (1).

Reste à préciser le contenu détaillé du traité. A mon avis, le meilleur moyen de le déterminer est d'en étudier avec soin les restes.

1. Héron d'Alexandrie, dit aussi Héron l'Ancien ou l'ingénieur, est une des personnalités les plus intéressantes et les mieux étudiées de la science antique. En France Letronne, Tho. Henri Martin, P. Tannery; en Allemagne Hultsch et Cantor sont les principaux érudits qu'il faut consulter à son sujet. Si l'on discute sur la date exacte de sa vie on ne saurait guère contester qu'il a eu pour maître le Mécanicien (c'est-à-dire l'Ingénieur) Ctésibius, qui a vécu à Alexandrie au ⁱⁱⁱ^e siècle A. C. et est mort avant Eratosthène. L'école allemande donne pour la naissance et la mort de Héron les dates approximatives 230 et 190 A. C.

On a discuté sur le titre de son grand ouvrage pour lequel on a proposé *μετρικά*, *μετρήσεις*, *περί μέτρων* ou simplement *γεωμετρία* ou *γεωμετρούμενα*. Mais sur le contenu il n'y a pas désaccord.

C. — LA NATURE DU TRAITÉ ET SA PORTÉE

En adoptant le titre donné par Héron on rendrait à l'ouvrage son unité et on aurait une solution qui concorderait au fond avec celle que j'ai déjà exposée à propos de l'idée de Hultsch. On replacerait aussi mieux cet écrit dans le courant scientifique auquel il appartient. Une des préoccupations dominantes de la science grecque, à partir du début du III^e siècle. A. C., a été de déterminer un système métrique rationnel et complet qui permit d'enregistrer avec précision les résultats apportés par les progrès des sciences et des observations de la nature et d'en tirer plus aisément des applications pratiques ou mécaniques. Après les fructueux efforts dus, dans le domaine des mathématiques pures et dans l'analyse géométrique notamment, à l'influence des directions platoniciennes, on vit les astronomes, les physiciens, les géographes, les ingénieurs s'efforcer d'appliquer aux problèmes du monde expérimental les vérités acquises. Un des plus éclatants exemples de cette tendance est l'ouvrage d'Archimède *in Arenario* qui constitue, à propos d'un problème pratique en apparence insoluble par l'arithmétique usuelle, l'exposé d'un mode de numération permettant d'exprimer des quantités qui semblaient infinies. Les tentatives si variées de résoudre, en les ramenant à des théorèmes de géométrie plane, de nombreux problèmes de mécanique (1), d'astronomie, de géographie ou de mesures diverses sont des manifestations de la même tendance. Les recueils d'observations des astronomes de la Hellade et surtout d'Alexandrie, leurs catalogues d'étoiles, leurs tentatives de réformer le calendrier et la mesure du temps, bref tout l'effort qui a abouti à l'œuvre d'Hipparque, procèdent du même désir d'introduire la science théorique dans le domaine de la nature.

1. C'est ainsi qu'Archimède a su ramener à des problèmes géométriques très simples la recherche de l'équilibre dans le cas des forces parallèles.

Les nombreuses découvertes physiques et les remarquables inventions mécaniques de la pléiade dont Archimède a été le prototype et Héron d'Alexandrie le codificateur sont l'expression du même besoin de soumettre les données expérimentales au contrôle et à la direction de la raison pure. Eratosthène, en établissant un système précis et cohérent de mesures pour le globe terrestre envisagé sous ses divers aspects, ainsi que pour la terre habitée et la construction de sa carte, a accompli sur le terrain géographique une tentative du même ordre. Si pendant longtemps les érudits se sont attachés surtout à suivre chez les anciens les progrès de la science pure, les travaux de la philologie contemporaine concourent à démontrer que ces préoccupations pratiques, cette poussée d'applications réalistes des découvertes, forment le caractère dominant de l'évolution de la pensée hellénistique au temps d'Eratosthène. Celui-ci a vécu ainsi à une époque et en un milieu qui marquent peut-être dans toute l'histoire le moment où les conditions et les aspirations du travail intellectuel se sont le plus rapprochées de celles que nous connaissons. Malheureusement pendant toute l'antiquité la vie scientifique a été restreinte à un cercle infiniment petit d'esprits libres qui étaient perdus dans l'immensité de foules absolument ignorantes, livrées à leurs seuls instincts et très insuffisamment réfrénés par la force brutale des despotismes et par la terreur qu'inspiraient des religions dont le but n'était pas le progrès moral des individus. Par les temps relativement calmes, de Platon aux Antonins, et dans les cités grecques presque exclusivement, la petite lumière a brillé, en vacillant au moindre remous. Le souffle croissant du stoïcisme « utilitaire au fond et par suite contraire à la science, malgré les apparences de sa morale sublime » (1) l'avait déjà à peu près éteinte quand le christianisme est venu proposer à l'humanité un autre idéal que la vie du savant contem-

1. P. Tannery, *op. cit.*

plant la théorie pour elle-même et cherchant à s'en servir pour modifier les conditions naturelles d'existence. L'œuvre d'Eratosthène, placée au cœur même de ce mouvement de rationalisme empirique, a cessé assez vite d'être en harmonie avec les courants dominants de la pensée antique.

En résumé, la première partie de l'œuvre géographique d'Eratosthène se présente à nous comme un traité de géométrie au sens pratique et propre du mot, c'est-à-dire comme un essai d'application à notre globe des principes mathématiques alors établis. Pour employer le terme moderne qui convient c'est, sous une forme encore étroite et incomplète, le premier traité connu de géophysique générale (1). Il est actuellement possible d'en préciser avec de réelles chances de succès le titre et la portée mais impossible d'en déterminer les divisions intérieures : nous savons seulement qu'il en avait plusieurs, que Macrobe appelle des « livres ». Quant à son contenu, la mesure de la circonférence terrestre en a été la partie la plus célèbre et la plus importante, mais on ne saurait prouver actuellement qu'elle y tenait une place beaucoup plus considérable que celles consacrées, par exemple, à la description des zones ou à la construction de la rose des vents.

En raison de l'incertitude qui pèse encore sur la disposition et l'importance réciproque des matières de ce traité, qui constitue notre source originelle, il n'y a pas moyen, pour exposer les idées d'Eratosthène, de suivre l'ordre même établi par l'auteur. J'adopterai donc comme pis-aller le procédé factice de l'ordre qui nous paraît être logique mais qui ne l'aurait peut-être pas paru à Eratosthène. J'essayerai ainsi de tirer des débris qui subsistent la synthèse des conceptions de l'auteur : 1° sur le globe terrestre lui-même (définition

1. Nissen avait eu une pensée analogue mais placée au point de vue trop étroit de son hypothèse sur le contenu du traité : « Kurz und gut, was wir astronomische oder mathematische geographie nennen. »

et dimensions) ; 2° sur sa constitution physique générale (vents et zones).

2. Nos documents actuels

Les injures du temps et l'injustice des hommes n'ont laissé subsister du traité de Géographie générale Eratosthénienne que de très maigres restes, dont aucun ne constitue une citation propre de l'ouvrage lui-même. Nos fragments ne sont que des échos, d'ordinaire très indirects, de cet écrit, dont pourtant le retentissement a été grand. Un seul auteur, Achilles Tatius, a eu l'idée de citer Eratosthène mais, bien que son travail eut le caractère d'une compilation scientifique, c'est dans un poème qu'il est allé chercher l'expression de la pensée de notre auteur.

La plupart des débris de notre source originelle se réduisent à des appréciations sommaires et vagues sur le procédé de calcul du périmètre terrestre ou à de simples énoncés d'un détail de mesure astronomique ou géodésique et il arrive que ce détail soit donné sous une forme inintelligible ou erronée : tel est le cas du nombre de stades attribués à la circonférence terrestre par l'écrivain chrétien Hippolyte ou par Marcien d'Héraclée, des nombres donnés pour la grandeur du soleil et pour celle de la lune, de l'addition que Pline prétend avoir été faite par Hipparque à la mesure ératosthénienne du méridien, etc... Pour les morceaux plus étendus le texte est assez fréquemment un mélange de faits exacts et de choses mal comprises ou de confusions, comme chez Capella et surtout chez Pline l'Ancien ; ou bien il contient à la fois des idées de source ératosthénienne et d'autres qui viennent sans conteste d'ailleurs : la description des zones par le *Compendium anonyme d'exposé géographique* est un exemple de ce genre de documents.

Les meilleurs fragments sont des résumés de certains passages du traité d'Eratosthène faits, à l'époque du Haut Empire

romain et probablement de seconde main (1), par des vulgarisateurs mathématiciens comme Geminus ou Cléomède et par des techniciens qui avaient une tournure d'esprit encyclopédique comme l'architecte Vitruve et le médecin Galien. Il faut y ajouter le résumé des zones écrit au début du Bas Empire par un haut fonctionnaire érudit de la cour impériale, Macrobe. Mais plusieurs de ces textes ne nomment pas Ératosthène : c'est à raison de leur contenu et par voie de déduction qu'on y a reconnu un reflet certain de notre source originelle ; Macrobe, Geminus et Vitruve appartiennent à cette catégorie.

Cette brève classification suffit à montrer combien il est difficile et délicat de faire usage de pareils documents. Néanmoins, comme nous ne possédons qu'eux, le plus prudent est de s'en tenir avant tout à ce qu'ils disent, en essayant de déterminer entre eux une hiérarchie de valeur qui permette de choisir, avec le moins possible de chances d'erreur, lorsque leurs affirmations ne concordent pas. Si grande que soit la tentation, en présence de pareils matériaux, d'y ajouter ou d'y substituer les conceptions propres du critique, ce serait commettre une faute de jugement que de ne pas y résister. Heureusement les progrès récents de la philologie géographique permettent des comparaisons qui suppléent dans une large mesure aux insuffisances de notre documentation.

Le total des fragments de Hugo Berger se rapportant au traité des « Mesures », de ceux de Kaibel sur les Vents et de Nissen sur le titre et le contenu de l'ouvrage, enfin de ceux qui ont trait au soleil et à la lune est de 68 (2) dont 9 sont relatifs à des données d'ordre astronomique (obliquité de l'écliptique, distance lunaire et solaire) et 42 à la mesure de la circonférence terrestre. Les zones et les vents se partagent

1. Posidonius semble avoir été la source à laquelle on a surtout puisé.

2. Sans compter les textes du moyen âge (Gerbert, Hermann de Reichenau, etc.) qu'à mon sens on doit considérer comme des commentaires écrits d'après les auteurs de nos fragments.

à peu près par moitié le reste ; les mesures des inégalités de la surface ne comptent que deux textes. On se ferait évidemment une idée très fausse du contenu de l'ouvrage d'après cette statistique. Elle a d'ailleurs besoin d'être précisée. En ce qui touche Strabon, Hugo Berger a, notamment dans la partie qu'il consacre aux zones (II A), introduit des textes qui expriment seulement les idées propres du géographe d'Amasée et où, par un abus d'interprétation, il prétend retrouver les idées d'Eratosthène ; il a gardé aussi (II A 5) un fragment qui concerne en réalité Posidonius ; de ce chef il faudrait supprimer en tout dix fragments et réduire l'apport de Strabon à trois textes, importants d'ailleurs. D'autre part il se trouve que pour chaque question un ou deux auteurs sont fondamentaux, les autres ne servant qu'à éclairer ou compléter certaines des indications qu'ils fournissent. Pour la mesure du méridien terrestre l'auteur principal est Cléomède ; pour les zones, outre la citation de l'Hermès, ce sont Geminus et Macrobe ; pour les vents Vitruve et Galien (1) ; pour l'obliquité de l'écliptique, Cl. Ptolémée ; pour la distance solaire et lunaire les *Placita philosophorum* du pseudo-Plutarque c'est-à-dire, sauf Macrobe, qui est secondaire, justement les sources les plus anciennes. En ce qui touche les éléments accessoires de nos fragments, les auteurs principaux appartiennent au début du Bas Empire romain. Théon d'Alexandrie, qui nous renseigne sur l'évaluation des inégalités de la surface terrestre est du iv^e siècle ; Macrobe à qui l'on doit les indications sur la grandeur du soleil (2) est du v^e : ils sont les plus anciens de leur catégorie.

Ces constatations permettent d'établir une base d'appréciation. Pour chaque espèce de faits les auteurs principaux sont

1. Kaibel, dans son article de l'Hermès, a cherché à déterminer de quelles sources venaient les diverses parties de l'exposé de Galien sur les vents. Je reviendrai plus loin sur ce point.

2. Le texte d'un Denys cité par Cramer est de date inconnue. Je ne le compte donc pas ici.

l'élément fondamental et les autres témoignages doivent être examinés par rapport au leur. Il faut se méfier particulièrement de certains de ces derniers écrivains dont le manque d'esprit critique est connu : en première ligne je citerai parmi eux Plin l'Ancien (1). Enfin les textes corrompus ou actuellement inintelligibles ne sauraient être retenus, malgré l'envie qu'ont eue certains philologues d'en tirer des interprétations personnelles, parfois très subtiles.

Une dernière remarque s'impose. Sans doute en raison du caractère technique, ou trop spécialement scientifique des auteurs essentiels pour nous, un trop grand nombre d'entre eux attendent encore les éditions commentées conformes aux besoins de la philologie moderne. C'est pour cette raison que Kaibel doit se référer encore pour Galien au XVI^e volume de la vieille édition de Kuhn (1821-29) et que Hugo Berger a renvoyé pour Geminus, Achilles Tatius et le pseudo-Eratosthène à l'Uranologie du P. Petau (1630), pour Cléomède à R. Balfour (1605) et pour l'Almageste de Ptolémée à Halma (1813). Il serait vraiment désirable, surtout pour Galien, que cette lacune fut bientôt comblée.

1. Nul n'a mieux que Cuvier précisé cette faiblesse de Plin. Après avoir rappelé que le vrai et le faux se trouvent chez lui mêlés en quantité presque égale il conclut : « Plin n'a point été un observateur tel qu'Aristote, encore moins un homme de génie ; il n'est... qu'un compilateur qui, n'ayant point par lui-même l'idée des choses sur lesquelles il rassemble les témoignages des autres, n'a pu apprécier la vérité de ces témoignages ni même toujours comprendre ce qu'ils avaient voulu dire. »

CHAPITRE II

LES COMMENTATEURS

1^o Les points négligés

Les diverses idées émises dans *la Nouvelle mesure de la Terre* ont eu une grande vogue dans l'antiquité mais elles n'ont pas joui plus tard d'un égal retentissement. La plupart d'entre elles sont restées presque complètement en dehors des préoccupations des érudits, aussi bien au Moyen Age que dans les temps modernes.

La mesure des inégalités de la surface terrestre et les évaluations relatives au soleil et à la lune n'ont pas encore provoqué d'études spéciales. Si le texte en est maintenant bien établi, elles ont jusqu'ici donné lieu uniquement à quelques considérations sommaires éparses dans les histoires générales de la géographie, des mathématiques ou de l'astronomie et dans l'étude de Nissen sur la mesure du méridien.

Pour les vents, Eratosthène a passé inaperçu jusqu'à la fin du xix^e siècle. Déjà Strabon ne le mentionnait même pas parmi les auteurs qui faisaient autorité en cette matière : il se bornait à citer Aristote, Timosthène et Bion l'astronome. Le silence du Moyen Age a été sur ce point complet. Aux temps modernes Gossellin, dans ses *Eclaircissements sur les Roses des vents des anciens* (trad. franç. de Strabon, t. I), ne nomme Eratosthène qu'à propos de la critique adressée par lui à Homère sur le Zéphyr et le Borée venant tous deux de Thrace. Au xix^e siècle H. Berger, dans ses *Fragments* (1880), en était encore aux six mots vagues d'Achilles Tatius et il

commettait une erreur fondamentale en assimilant la rose ératosthénienne au catalogue des vents de Timosthène. Dans son *Histoire* (1903), il s'est contenté de résumer trop brièvement Galien. Tozer (1897), dans son chapitre X consacré aux vents, ne dit pas un mot d'Eratosthène et ne parle de la rose des huit vents qu'à propos de la tour octogonale d'Athènes. En somme, jusqu'à la découverte de Kaibel (1885) le problème n'avait même pas été posé et, malgré les brèves observations de d'Arcy Wentworth Thompson (*the greek winds*, dans la *Classical Review*, 1918, p. 49 56), il n'a reçu jusqu'ici aucune solution ferme ; les matériaux seuls ont été apportés.

En ce qui touche les zones on a moins encore à enregistrer. On se trouve d'ailleurs là sur un des terrains les moins connus et les moins explorés de la géographie antique. Jusqu'ici il n'a guère été examiné qu'au point de vue purement cosmographique ou métaphysique, à propos des hypothèses des astronomes et des philosophes. Lorsqu'on l'a considéré au point de vue de la description de la terre, on s'est préoccupé à peu près uniquement de la controverse sur l'habitabilité des diverses régions du globe et non de la division géométrique abstraite qui constitue la pensée ératosthénienne. Seul Schmidt, dans un très court article de moins de trois pages, a reconnu que la question des zones et celle de l'habitabilité étaient indépendantes l'une de l'autre ; mais ses trop brèves réflexions sont disséminées dans une discussion des conjectures de Muellenhoff et H. Berger sur le passage où Strabon prête à Eratosthène les idées de Posidonius sur l'habitabilité de la zone torride. H. Berger lui-même, dans le chapitre de son *Histoire* consacré à Eratosthène, n'aborde la question des zones que très indirectement et sans aucune précision.

Sur tous ces points c'est dans une sorte de *terra incognita* que j'aurai à m'aventurer.

2. Les anciens commentateurs de la mesure de la terre

Au contraire, c'est à travers un véritable maquis de commentaires qu'on pénètre, difficilement d'ailleurs, jusqu'à l'idée ératosthénienne sur la mesure de la terre et jusqu'à son annexe, l'obliquité de l'écliptique.

Cette question en effet n'a jamais cessé un instant de préoccuper les savants. Presqu'au lendemain de la mort d'Eratosthène, Hipparque donnait le branle aux critiques, bien qu'il jugeât la mesure en somme exacte ; pendant toute l'antiquité, les échos de l'évaluation, les témoignages admiratifs et les attaques se sont multipliés. Au Moyen Age dans les pays occidentaux la continuité du souvenir s'est manifestée presque à chaque siècle (1). On en trouve la trace à la cour de l'empereur carolingien Charles le Chauve chez Jean Scot l'Irlandais dit Erigène (liv. III, *De divisione naturæ*) ; chez le pape Sylvestre II dans sa *Géométrie* (œuvres de Gerbert par Olléris, 1867, p. 401-470) ; au XI^e siècle chez le moine Hermann de Reichenau (*De utilitatibus astrolabii*, c. 2-4) et dans la *Practica Geometriæ* anonyme, incorporée à un manuscrit de Groenovius et citée par Muellenhoff. Les grandes encyclopédies chrétiennes du XIII^e siècle, qui ont constitué jusqu'à la Renaissance le fond solide des connaissances reçues, n'ont pas oublié la mesure d'Eratosthène : le dominicain Vincent de Beauvais en a parlé dans son *Grand miroir* (*Speculum naturæ*, VI, c. 13) ; l'Anglais John Holywood, dit Joannes de Sacrobosco, a rappelé le nombre de 252.000 stades dans son *Traité de la sphère du monde*, qui a eu jusqu'au XVII^e siècle une vogue incroyable marquée par 70 éditions (*De sphæra*, c. 1). Sans doute ces divers auteurs n'ont écrit que sommai-

1. Fabricius avait cité parmi les témoins de cette tradition Cassiodore (lib. de geometria). Or Eratosthène n'est pas même nommé par Cassiodore et au lieu indiqué (*De artibus ac disciplinis liberalium artium* c. VI, n^o 588 et 89 Garet) on ne trouve qu'un renvoi à Censorinus « qui a donné en stades la circonférence terrestre ».

rement et d'après les compilateurs latins du Bas-Empire tels que Macrobe ou Capella ou peut-être parfois d'après des compilateurs arabes ; sans doute ils ont d'ordinaire confondu les idées d'Eratosthène avec celles de Ptolémée, si fort en honneur alors. Mais leurs témoignages n'en sont pas moins une éclatante manifestation de la renommée persistante dont a joui la mesure du géographe alexandrin.

Nous ne connaissons pas assez le Moyen Age oriental ou arabe pour préciser autant. Mais on a déjà quelques indices. Il serait étonnant qu'à Byzance où la Géographie d'Eratosthène n'a jamais cessé d'être connue (1), on eut oublié sa mesure du méridien : au ^{xiii}^e siècle Nicéphore Blemmidès en rappelle indiscutablement l'évaluation et la considère comme admise (II B 33 Berger). Chez les Arabes une des premières préoccupations fut la géographie mathématique et la source de leur science fut la littérature grecque : dès le ^{ix}^e siècle ils avaient traduit nombre d'ouvrages anciens, tant physiques que mathématiques, notamment Ptolémée (2) et le Khalife Al-Mamoun faisait procéder à une nouvelle mesure de la circonférence terrestre. Il est peu vraisemblable que tout cet effort ait été accompli sans parler d'Eratosthène (3). D'ailleurs n'est ce pas chez Abou Rihan al Birouni que d'Anville a retrouvé le coefficient antique de réduction des distances itinéraires réelles en mesures rectilignes de distance, sur lequel

1. D'Etienne de Byzance (^{vi}^e siècle) à Eustathe et Tzetzés (^{xii}^e siècle) la Géographie d'Eratosthène a été citée. Au ^x^e siècle c'est sur l'ordre de l'empereur Constantin VII Porphyrogénète qu'a été rédigée la Chrestomathie de Strabon où est rappelée la légende du Bêta.

2. Cette traduction faite sur l'ordre d'Al-Mamoun était enrichie de cartes enluminées qui étaient probablement tirées de celles exécutées au ^v^e siècle par Agathodémon.

3. S'il m'était permis d'énoncer, pour une fois, une conjecture purement subjective, j'émettrais volontiers l'hypothèse que le texte de Gerbert (Sylvestre II) et surtout celui de la *Practica Geometriæ* viennent, non pas de Macrobe ou Capella comme le croit Muellenhoff, mais d'ouvrages arabes et peut-être d'Espagne.

il a basé son étude des 5.000 stades attribués par Eratosthène à la longueur Syène-Alexandrie ?

Ce serait sortir des limites du présent travail que de s'appesantir sur tous ces commentateurs possibles ou démodés.

3. Causes de la déviation moderne des commentateurs

Au contraire on ne saurait négliger de définir le mouvement considérable de discussions, et aussi d'erreurs, qui a été suscité par la Renaissance et par la science académique française. Les traditions en effet en pèsent encore aujourd'hui sur la critique de la mesure de la terre par Eratosthène et les plus grands noms de la métrologie allemande contemporaine n'ont pas toujours su s'en affranchir pleinement. Eratosthène n'a pas été l'objet de ce très grand courant d'opinions diverses mais il s'y est trouvé constamment mêlé et sa mesure y a été sans cesse examinée. Il faudrait d'ailleurs tout un livre pour étudier et apprécier cette littérature volumineuse, ardente et périmée aujourd'hui. Je me bornerai donc à en donner une définition générale, accompagnée de quelques exemples significatifs, de manière à légitimer la méthode de table rase que j'adopterai pour mon exposé.

L'érudition proprement dite n'a pas joué ici le rôle prépondérant. Son effort s'est limité à l'édition et à l'interprétation étroite du passage de Cléomède consacré à l'exposition du procédé d'Eratosthène. La *Théorie circulaire des corps célestes* a d'abord paru à Plaisance (1488) sous la forme d'une traduction latine due à Georges Valla, puis à Paris (1539) dans son texte grec grâce à Conrad Neubarius. C'est là-dessus que s'est appuyé le géomètre portugais Pedro Nunez, dit Petrus Nonnius, qui, le premier, a discuté l'exactitude du procédé d'Eratosthène en le soumettant aux lumières des connaissances mathématiques modernes (*de Arte navigandi*, lib. II, *de observatione*, ch. 18, p. 132) (1). Mais en 1605 Rob. Balfour, d'Angus en Ecosse, publia à Bordeaux l'édition restée clas-

1. Bibl. Nat. V 2377.

sique et qui comportait outre le texte grec une traduction latine et un commentaire (1). Balfour s'était borné à résumer clairement, dans ses notes au chapitre X, l'opération d'Eratosthène, à définir l'instrument dont il s'était servi et à énumérer, de Vitruve à Joan. de Sacrobosco, les auteurs qui avaient donné 252.000 stades au lieu des 250.000 trouvés par Cléomède. Ces courtes observations de Balfour sont restées l'essentiel de l'apport de l'érudition polymathique. Jo. Wowerius (*De umbra*, ch. XIV), Gér. Vossius (*De universae matheseos natura et constitutione*, ch. XXXIII), Eisen-schmidt (*De figura telluris*, Argentorati, 1691, in-4°) et son écho médiocre Got. Chr. Heilbronner (*Historia matheseos... ad saeculum* XV, 1742, in-8°) n'ont guère fait que répéter ou grossir de quelques détails le commentaire du savant écossais. C'est donc ailleurs qu'il faut chercher les causes de la poussée de discussions auxquelles pendant plus de deux siècles (2) a été mêlée la mesure d'Eratosthène.

Le début du xvii^e siècle a été marqué, comme l'avait jadis été après Eratosthène celui du ii^e siècle A. C., par une séparation croissante entre les mathématiques appliquées à la construction rationnelle des cartes et la géographie descriptive. Les géographes allemands de la Renaissance avaient voulu mener de front la peinture moderne du monde et la rénovation progressive de son tracé. Après l'école flamande le mouvement alla en s'accroissant sans cesse sous la double influence des explorations et aussi du perfectionnement des systèmes de projections et des recueils de positions exactes. Les grandes publications de voyages (3), la nouvelle représen-

1. Rob. Balfour, *Cléomède*, édition et traduction. Burdigala, 1603 in-4°. Bibl. Nat. Rés. 3044. Il existe une réédition. Lugduni Batavorum, 1810. in-8°. Bibl. Nat. V. 20865.

2. *L'Eratosthenes Batavus* de Willeb. Snellius est de 1617 ; le Mémoire de Gossellin sur les erreurs de longitude commises par les géographes grecs est de 1831.

3. Les collections des trois de Bry, de Hakluyt et Purchas, des deux Thévenot, les relations de Chardin et Tavernier, les archives des missions jésuites, etc.

tation des diverses parties du monde dans les atlas dus à la science admirable des Delisle (1) et de d'Anville, enfin les grands traités de géophysique, qui de Ph. Cluverius, Riccioli et Bernard Varenius (2) ont abouti à la synthèse orographique de Buache et aux *Epoques de la nature* de Buffon, ont marqué avec éclat cette ascension continue vers une connaissance expérimentale de plus en plus complète de la surface terrestre. Mais pendant que naissait ainsi la forme moderne de la géographie on vit se développer, avec une force trop oubliée aujourd'hui, un mouvement de mathématiques appliquées qui fut l'origine de l'astronomie, de la géodésie et de la métrologie contemporaines. Pour les savants nombreux et illustres qui y ont participé la mesure exacte de la terre et du monde solaire fut le problème fondamental ; pour le résoudre les méthodes nouvelles et les instruments nouveaux se multiplièrent. Le courant prit en France une importance capitale, par suite de la centralisation monarchique des recherches à l'Académie des Sciences et à l'Observatoire (3). Sous l'in-

1. Les cartes de la famille Sanson (xvii^e siècle) restaient une simple révision, assez lâchée d'ailleurs, du tracé traditionnel de Ptolémée. La grande réforme qui fonda la cartographie moderne a été poursuivie pendant tout le xviii^e siècle par trois générations de la famille Delisle : les plus célèbres représentants en ont été Guill. Delisle et son gendre Buache. Au contraire J. B. Bourguignon d'Anville a travaillé seul.

2. Ph. Cluverius, *Introductio in universam geographiam*. Leyde, 1624, in-4^o (plusieurs rééditions). Bibl. Nat. G. 3114.

Le P. Giov. Bat. Riccioli, *Geographia et hydrographia reformata*. Bononiae, 1661, in-8^o, Bibl. Nat. V. Falc. 8668.

Bern. Varenius, *Geographia generalis in qua affectiones generales telluris explicantur*. Amsterdam 1650 in-12. La réimpression de Cambridge, (1681, in-8. Bibl. Nat. G. 9227), a été annotée par Newton. Il existe une traduc. franç. de Varenius avec des additions. Paris, 1755. Bib. Nat. G. 9230-33.

3. Citons en seulement quelques exemples. En 1617 Snellius a fondé le géodésie en inventant la triangulation. Les astronomes français ont perfectionné la méthode et en ont tiré la première mesure exacte d'un arc de méridien puis la première carte topographique scientifique qui servit de modèle aux autres. En 1673 Huyghens appliqua le pendule à la mesure du temps, ce qui permit enfin d'avoir des observations d'heure exactes et de

fluence des progrès de tout ordre ainsi réalisés le problème métrologique a fini par effacer tous les autres ; il s'est créé une sorte d'ivresse géodésique qui a fait subir une déviation fâcheuse aux études sur la géographie antique.

On la constate par la place occupée au XVIII^e siècle dans les Mémoires de l'Académie des Sciences et dans ceux de l'Académie des Inscriptions et Bellès-Lettres par les travaux sur les systèmes métriques, les unités de mesure et les diverses observations de mesure des anciens (1). On a été amené par là à réduire à peu près l'étude de leur géographie à la description des mesures employées par eux. Les titres des dissertations consacrées à la mesure d'Eratosthène sont à cet égard très clairs : tels sont ceux de d'Anville (*discussion de la mesure de la Terre par Eratosthène, servant à confirmer la mesure du schène égyptien* donnée dans le Mémoire précédent) et de la Nauze (*Remarques sur Eratosthène, à l'occasion de la latitude de Syène*) ; le fond des travaux de Gossellin et Letronne où il est question d'Eratosthène est plus significatif encore. Le pis est que ces efforts se sont moins appuyés sur

résoudre le problème des longitudes. La publication en France de la *Connaissance des temps*, la réforme de la carte générale du monde, la démonstration par des missions académiques de l'aplatissement du méridien aux pôles et de son renflement à l'équateur sont les manifestations les plus célèbres du progrès accompli.

1. Citons parmi les savants de l'Académie des Sciences Jac. Cassini (1702), Guil. Delisle (1708 conjectures sur la position de l'île de Meroé, 1714 les Mesures itinéraires des Anciens, 1716 Justification des mesures des Anciens en géographie, 1731 notes sur l'expédition des Dix Mille; etc., etc.).

A l'Académie des Inscriptions on trouve au cours du XVIII^e siècle une pléiade d'érudits tels que de la Nauze, Gibert, de la Barre (*les Mesures géographiques des Anciens*), Fréret (*les Mesures longues des anciens, comparaison des mesures des itinéraires romains avec celles prises géométriquement par M. de Cassini, etc.*) et surtout d'Anville qui a résumé tout son effort dans deux livres courts et remarquablement logiques et clairs.

J. B. d'Anville, *Traité des mesures itinéraires anciennes et modernes*. Paris, 1769, in-46. Bibl. Nat. J. 15971.

J. B. d'Anville, *Géographie ancienne abrégée*. Paris, 1769, gr. in. fol. Bibl. Nat. G. 3.

l'examen propre des écrits grecs et latins, alors incomplètement connus et mal digérés, que sur les théories et les résultats de la science moderne. On est arrivé à ne plus voir les tâtonnements des observateurs et compilateurs antiques qu'à travers le prisme rigide de la géométrie et de l'astronomie nouvelles. Par exemple, en ce qui touche Eratosthène, l'accord parfait s'est établi pour penser qu'il s'était proposé avant tout pour but le calcul exact en stades d'un degré du méridien et que son stade était exprimé à raison de tant au degré ou en fonction du grand cercle. Or de son temps on se servait pour les mesures de ce genre exclusivement de la division de la circonférence en soixantièmes et il a toujours donné les arcs déterminés par lui en simples fractions de l'unité, $\frac{41}{83}$ ou $\frac{1}{50}$ par exemple. Gosselin a même été jusqu'à traduire les mesures diverses d'Eratosthène en degrés, minutes et secondes. Certains savants allemands à la fin du XIX^e siècle n'étaient pas encore revenus de cette illusion d'optique.

4^e Les déviations successives

On peut distinguer deux étapes dans la déformation ainsi apportée à la critique d'Eratosthène.

A. — LA DÉVIATION MATHÉMATIQUE

Tout d'abord on a examiné sa mesure, non pas en elle-même et pour en découvrir l'esprit, mais comme occasion de vérifier la supériorité des méthodes nouvelles. On a donc cherché surtout à trouver les différences entre les résultats formulés par lui et ceux qu'aurait pu fournir l'application à ses données des mathématiques modernes. On refaisait ainsi le problème posé par lui, en notant surtout ce qu'on a appelé les erreurs d'Eratosthène et en les rectifiant, même au moyen de faits parfaitement inconnus de lui comme la variation séculaire de l'obliquité de l'écliptique ou le renflement de la terre vers l'équateur. C'est peut-être chez le P. Ric-

cioli (1) que se trouve l'expression la plus curieuse et la plus complète de cet état d'esprit. Ce Jésuite, s'il a été guidé en principe moins par l'esprit purement scientifique que par le désir de réfuter Copernic, a néanmoins fait preuve de connaissances remarquablement étendues, d'une souplesse mathématique extrême et d'une rare richesse de conceptions théoriques. La quintessence de ce modernisme mathématique, qui remonte originellement à Snellius (2) et au P. Kircher (3), se trouve dans la *Geographia reformata* (liv. V, ch. 3). Là, après une description du procédé ératosthénien très précise et qui n'a pas en somme trop vieilli, Riccioli en corrige les fautes (*errores*). Les voici : Eratosthène a cru que n'importe quels rayons menés des divers points du soleil à divers points de la terre étaient parallèles ; il a placé Alexandrie et Syène sous le même méridien ; il a mis Syène exactement sous le Tropique ; il s'est trompé dans la mesure de la distance Syène-Alexandrie. Sur chaque point Riccioli rectifie d'après ses vues personnelles sur les réalités et sur la métrologie antique, notamment au moyen de ses évaluations des mesures romaines. Une de ses plus ingénieuses adaptations a consisté à partir de la donnée ératosthénienne sur la

1. Le P. Giov. Bapt. Riccioli, *Almagestum novum*, astronomiam veterem novamque complectens, observationibus aliorum et propriis, novisque Theorematis, Problematis ac Tabulis promotam. 3 vol. Bononiae 1681, in-8°. Bibl. Nat. V. 239. Eratosthène y est étudié à l'Index librorum et capitum Liv. II, ch. 7 et liv. III, ch. 10 et 27.

Giov. Bap. Riccioli, *Geographia et hydrographia* déjà citée. Pour cet ouvrage les références données par Fabricius pour Eratosthène sont inexactes. Au liv. IV, chap. 7 il est question de l'*Eratosthenes Batavus* de Snellius et à la p. 123 on est au ch. 10 consacré à des problèmes sur l'horizon. Au livre V il faut lire ch. 3, p. 138-140 (*Eratosthenis modus investigandi ambitum terrae exponitur, expenditur et emendatur*) et ch. 7, p. 142-143 (*modus investigandi ambitum terrae per diametrum solis et spatium terrae immune ab umbris, Eratostheni et Cleomedis agnoscendus sed non agnitus*).

2. *Eratosthenes Batavus* (1617) liv. I, ch. 19. Bib. Nat. V. 6469.

3. *Ars magna lucis et umbrae* (1646) liv. IX, probl. I. Bib. Nat. V. 1533.

zone de 300 stades de large qui est sans ombre au tropique à midi le jour du solstice pour déterminer le diamètre apparent du soleil puis la circonférence terrestre. Malheureusement il est trop clair que plus on usait de pareils procédés d'interprétation plus on perdait de vue l'œuvre même d'Eratosthène.

B. — LA DÉVIATION GÉODÉSIQUE ET ROMANTIQUE

La seconde étape de déformation ératosthénienne s'est accomplie en France dans la seconde moitié du XVIII^e siècle et elle a atteint une ampleur déconcertante. La science académique française, à force d'assimiler le but poursuivi par les anciens à celui des géodésiens et de vouloir trouver toujours dans le stade une fraction exacte du degré de la circonférence, a peu à peu glissé vers une confusion totale entre l'antiquité et les temps modernes. On a donc prêté à la première, et à Eratosthène en particulier, des besoins d'exactitude complète et des méthodes géométriques identiques aux nôtres. Les études ont ainsi tourné à une tentative de retrouver sous les variations apparentes de la science grecque et latine une sorte d'unité de doctrine et d'établir des tables de conversion permettant d'assimiler les résultats des mesures antiques à l'exactitude des cartes modernes. On a ainsi, avec une hardiesse sans frein, placé les documents sur un véritable lit de Procuste. Puis, la métaphysique théosophique et le romantisme historique aidant, on a été jusqu'à imaginer pour la géographie primitive une sorte d'« état de nature » voisin de la perfection puis déformé dans la suite des temps et auquel ramenaient les progrès de la « Raison ». Bailly, qui ne fut guère qu'un vulgarisateur adaptant l'astronomie au goût du jour (1), a affirmé l'existence « d'un peuple ancien qui nous a tout appris, excepté son nom et sa naissance ».

1. J. Sylv. Bailly, *Histoire de l'astronomie ancienne*, 3 vol. Paris 1779-82, in-4. Bibl. Nat. V, 8191-93.

Ce peuple, placé dans le Tibet, aurait tout inventé mais il n'aurait subsisté de sa science que des débris épars chez les divers savants d'Orient et de Grèce qui n'en ont connu ni la valeur ni l'origine ; leurs découvertes n'étaient donc plus que des échos mal compris de l'omniscience primitive. Les erreurs d'Eratosthène s'expliquaient ainsi par son infériorité personnelle : sa mesure n'était plus qu'un reste déformé de la vérité enfin retrouvée au XVIII^e siècle. Ses évaluations n'étaient que des additions de stades de différents types (500 ou 700 ou 833 $\frac{1}{3}$ ou 1111 $\frac{1}{9}$ au degré) dont il ne comprenait plus la valeur originelle. On a peine à croire aujourd'hui que de pareilles billevesées aient trouvé créance dans les milieux éclairés. Cependant, malgré la résistance des mathématiciens purs, de d'Alembert à Delambre (1), elles se sont acclimatées chez les archéologues et Gosselin par ses succès académiques et par ses Mémoires leur a donné droit de cité à l'Institut.

Le célèbre érudit Lillois (2), dont la force de travail, la conscience, la puissance logique et la merveilleuse fermeté de style n'ont d'égaux que l'aveuglement doctrinal et l'étroitesse d'esprit, a été bien étudié dans un mémoire présenté à la Société de Géographie de Lille en 1887 par L. Quarré-

1. « Le rêve de Bailly sur ce peuple... me paraît un des plus creux qu'on ait jamais eus. Mais cela est bon à faire des phrases. J'aime mieux dire avec Boileau : rien n'est beau que le vrai » (correspondance de d'Alembert avec Voltaire, t. II). Lalande, qui était un homme habile, ne s'est pas risqué dans son Astronomie à critiquer Bailly. Mais Delambre a cru devoir le réfuter, en raison de la popularité acquise par son hypothèse ; il avait écrit aussi des *Remarques sur la méthode proposée par M. Gosselin pour évaluer les stades itinéraires des anciens*, mais Quarré-Reybourbon, qui cite le fait, affirme que ce mémoire resta manuscrit ainsi que la réfutation écrite par Gosselin.

2. M. de Saint-Léger, professeur à la Faculté des Lettres de Lille, dans son cours sur Lille de 1667 à 1789, a rappelé que Gosselin appartenait à la loge l'Heureuse Réunion et qu'il y fit recevoir en 1776 sa femme Anne Houzé, âgée de vingt-deux ans. Une rue de Fives porte encore le nom de Gosselin.

Reybourbon (1). J'emprunte à cet opuscule la description de la méthode de Gossellin.

« Il commençait par la fin, c'est-à-dire qu'il refaisait d'après le texte de Ptolémée la carte des côtes du pays dont il voulait éclaircir la géographie ancienne. Son tracé était double : en noir pour les variantes du texte latin, en rouge pour les variantes du texte grec. Il comparait ensuite les distances données par ce tracé avec celles de la carte moderne et retrouvait par des essais successifs le stade qui convenait à une étendue de côtes.

« S'il y avait erreur ou perturbation dans la carte ancienne il en recherchait les causes en épuisant toutes les combinaisons, toutes les suppositions qui pouvaient en donner l'explication, c'est-à-dire ramener les mesures de la carte ancienne à concorder avec les mesures exactes de la carte moderne. Il choisissait alors les plus probables et s'aidait alors de tous les renseignements, des moindres rapports de nom pour leur donner plus de force, sans parler des autres conjectures qui l'avaient occupé longtemps.

« Une fois la concordance établie entre la carte de Ptolémée et la carte moderne, il se livrait à l'étude de tous les géographes antérieurs pour les mêmes pays et les mêmes lieux et cherchait à ramener toutes ses explications au travail de Ptolémée. »

5° Conclusion

Cette longue, et pourtant bien incomplète, revue des commentateurs anciens de la géophysique ératosthénienne était indispensable pour déblayer le terrain et légitimer la méthode qui sera suivie ici désormais.

Je considère que le seul moyen de retrouver la réalité est de faire table rase de tous ces travaux et de tous ceux qui leur ressemblent. Les procédés géodésiques prêtés jadis aux

1. L. Quarré-Reybourbon, *Paschal François Joseph Gossellin*. Lille, chez l'auteur, 1887 (broch. de 16 pages). Bibl. municipale de Lille.

mesures de la terre données par Eratosthène, leur comparaison avec ce que nos méthodes actuelles feraient des problèmes posés par lui, le relevé et la correction de ce qu'on appelle ses erreurs ne conduisent pas plus à la vérité que la tentative de Riccioli de recommencer son calcul en prenant pour base les 300 stades attribués par lui à l'espace sans ombre le jour du solstice ou que le jeu de puzzle inventé par Gossellin pour les stades. Mais cette mauvaise orientation a eu des imitateurs en Allemagne. A la fin du xix^e siècle Nissen prétend encore substituer à la description de Cléomède une combinaison tirée des divers éléments inégaux et fractionnaires épars dans les autres sources. Muellenhoff s'efforce, par une longue série de probabilités plus ou moins fortes et en se ralliant à quelques mathématiciens du Moyen Age, de rendre vraisemblable l'idée qu'Eratosthène avait réuni d'abord un riche matériel d'observations diverses pour passer de là à la mesure d'un degré puis à la circonférence entière ; il opère pour cela au moyen de chiffres de latitude précisés par lui en degrés, minutes et secondes et tirés par lui de données exprimées les unes en nombres de stades, les autres en déterminations astronomiques de différentes espèces et il n'hésite pas à attribuer sans débat à Eratosthène des indications qui appartiennent à Hipparque ou à Ptolémée (1).

1. D'après Muellenhoff, Eratosthène aurait d'abord procédé à « une première tentative grossière » de mesure d'un arc de méridien. Il aurait mesuré ensuite directement la longueur d'un degré, au Nord de Syène puis sur la distance Bérénice-Ptolémaïs. Ayant obtenu ainsi 700 stades au degré, il en tira la valeur de la circonférence soit $700 \times 360 = 252.000$ stades. Ayant alors déterminé la latitude d'Alexandrie, de Syène et de Méroé en degrés, minutes et secondes, il déduisit, de la comparaison outre les arcs ainsi trouvés et l'unité de 700 stades au degré, la valeur exacte des distances. Muellenhoff affirme gravement qu'il a trouvé ainsi 4.981 stades $\frac{2}{3}$ entre Alexandrie et Syène et 4.818 stades $\frac{1}{3}$ entre Syène et Méroé ! Et Knaack ajoute non moins gravement : « ainsi est terminé le vieux débat qu'Eratosthène aurait arrondi le somme ».

Hugo Berger, avec une courtoisie et une précision parfaites (Fragments II B p. 139, note 1) a fait justice du procédé, d'autant plus singulier que Muellenhoff lui-même reconnaît qu'Eratosthène n'exprimait pas ses données en degrés et fractions de degrés.

Comment verrait-on dans ces procédés de la philologie germanique contemporaine la preuve d'une méthode supérieure à celle qui nous a paru, à trop juste titre, inacceptable ?

Fidèle à la prudence et à l'esprit positif qui ont été, sauf pendant la vague d'illuminisme symbolisée par Gosselin, la caractéristique des savants français, je m'astreindrai, pour décrire ce que nous savons de la Géophysique ératosthénienne, à ne tenir compte que des documents, d'après leur valeur, et du milieu scientifique dans lequel a travaillé Ératosthène, dans la mesure du moins où nous pouvons en parler avec précision. Sans doute mon travail n'aura pas ainsi l'ampleur et la grande allure que donnent les longs espoirs et les vastes pensées ; mais au moins il tentera d'être un inventaire exact, bien compris et aussi rapproché que possible de la pensée ératosthénienne (1).

1. Je n'ai connu qu'après l'impression de mon travail les deux courts ouvrages suivants, dont la lecture ne m'amène pas à modifier mes conclusions.

O. Viedebandt, *Poseidonios, Marinos, Ptolemaios*. Ein weiteres Beitrag zur geschichte des Erdmessungsproblem in Alterthum (Klio XVI, 1919-1920, pp. 94-108).

Kon. Miller, *Die Erdmessung in Alterthum und ihr Schicksal*. Stuttgart, 1919, in-8°, 64 pages. Compte rendu dans la Geographische zeitschrift, 1920, p. 330.

CHAPITRE III

LE PRINCIPE DE LA GÉOPHYSIQUE LA SPHÈRE TERRESTRE

1° Le Principe de la Géophysique

Le principe même de la méthode suivie par Eratosthène dans sa Géophysique a été conservé, en quelques mots, très clairs, par Strabon (I, 4 § 1). Les conceptions propres d'Eratosthène αἱ ἐαυτοῦ ὑπολήψεις sont, dit-il, basées sur l'application à son sujet des « hypothèses reçues en mathématiques et dans les sciences de la nature ». Strabon ajoute qu'il raisonne juste en procédant ainsi et, au milieu des critiques que cependant il lui adresse à cette occasion, le géographe d'Amasée rappelle (I, 4 § 1 et 6), trois exemples de cette méthode : si la terre est considérée comme une sphère c'est en vertu des affirmations admises sur la constitution de l'univers ; si l'élément liquide n'est pas un obstacle à cette configuration générale du globe, c'est par application du principe accepté pour la voûte céleste ; enfin les dimensions essentielles de la terre habitée sont déduites des notions géométriques sur les zones. En poursuivant l'examen des questions soulevées dans la Géophysique ératosthénienne on retrouvera, à l'origine de chacune d'elles, l'usage de cette idée fondamentale qui constitue, à travers le dédale de nos fragments, un fil conducteur solide. Elle est en même temps tout à fait significative de l'esprit purement scientifique qui anime l'œuvre entière de l'illustre Cyrénéen. Aujourd'hui même c'est encore ainsi que s'établit la synthèse de toutes

les observations qui constituent les matériaux de la description rationnelle du monde terrestre. La géographie n'est au fond que l'application à la terre des lois mathématiques, physiques, biologiques et sociologiques ; la géologie elle-même n'en est que la paléontologie.

Lorsqu'on compare à l'ampleur de cette vision positive les imaginations des métaphysiques ionniennes et même pythagoriciennes ou la poussière de détails topographiques réunis dans la *periodos* par des liens arbitraires, on est frappé de la sûreté de jugement qui a présidé à l'effort ératosthénien. On comprend également aussitôt pourquoi l'on y retrouve, si nettement caractérisée, l'influence d'Aristote. Sans doute Eratosthène ne s'est pas asservi à toutes les affirmations particulières émises, un siècle avant lui, par le précepteur d'Alexandre : ses opinions sur les vents ou sur l'union de la Caspienne à l'Océan extérieur offrent, entre autres, des exemples éclatants de son indépendance. Mais la plupart des grandes hypothèses admises par lui, notamment sur l'univers, sur les modifications séculaires de la terre habitée, sur la formation géologique de la Méditerranée, sont indiscutablement d'origine aristotélicienne. Et surtout l'esprit du péripatétisme circule à travers toute son œuvre géographique.

Obligé, faute de renseignements suffisants sur les divisions intérieures du *Traité sur la Mesure de la Terre*, d'adopter un ordre factice, j'essaierai au moins de me rapprocher de la réalité disparue en commençant, pour chaque partie du développement, par l'exposé des hypothèses fondamentales que les documents nous permettent d'atteindre.

J'indiquerai sommairement, au début de chaque sujet, un répertoire des documents essentiels. Pour les ouvrages je me bornerai à compléter les précisions données dans mon étude bibliographique par la mention des travaux techniques qui m'ont paru les meilleurs ou les plus utiles. Qu'on ne s'étonne pas d'ailleurs de trouver encore parmi eux des livres de date ancienne. Ainsi que l'a justement remarqué P. Tannery, « la

conception générale actuelle de l'histoire des Mathématiques... revient très sensiblement à celle qui dominait, d'après Montucla, ... vers le moment où Michel Chasles ouvrit une ère nouvelle pour l'étude de cette histoire ». On trouverait aisément des rapprochements de ce genre entre certaines vues de Hultsch et de d'Anville ; et l'étude philologique de Kaibel sur les *Antike windrosen* a complété, sans l'annuler, celle de Gossellin sur les Roses des vents des Anciens. Cette remarque n'est nullement faite pour en tirer des conclusions sceptiques mais pour constater un fait.

Voici l'énumération des ouvrages visés, d'après l'ordre alphabétique des auteurs et par catégories. Pour la partie mathématique générale. H. Bouasse, *Géographie mathématique* ; J.-E. Montucla, *Histoire des Mathématiques* ; P. Tannery, *La Géométrie grecque* ; pour la partie proprement astronomique J.-B.-G. Delambre, *Histoire de l'astronomie ancienne* ; G. Lewis, *History of Ancient Astronomy* ; P. Tannery, *Pour l'Histoire de la science hellène et Recherches sur l'Histoire de l'Astronomie ancienne* ; pour la métrologie Hultsch (*op. cit.*) et d'Anville, *Traité des mesures itinéraires* ; enfin pour les vents Gossellin et Kaibel, *op. cit.*

2^e Définition générale de la sphère terrestre

A. — LES DOCUMENTS

Les documents relatifs à la définition générale de la sphère terrestre par Eratosthène sont peu nombreux, beaucoup trop courts et vraiment très incomplets et insuffisants. Ils permettent cependant de déterminer au moins l'opinion admise par lui sur les points essentiels, sinon d'en préciser les détails.

Un texte émane d'Eratosthène directement : deux vers de l'*Hermès* définissent la position de notre globe dans l'univers. Les passages de Strabon cités plus haut permettent de comprendre sur quel terrain se plaçait notre auteur pour

affirmer la sphéricité. Deux textes clairs et concordants, mais tout à fait sommaires, de Théon d'Alexandrie et de Simplicius (II A 2 Berger) apportent sur les inégalités de la surface terrestre des indications qui rendent possible d'entrevoir la portée de l'essai ératosthénien d'orométrie scientifique. D'autre part des témoignages malheureusement peu intelligibles de Macrobe dans le *Songe de Scipion* (I Ch. 20) et d'un auteur cité par Cramer (1) ont conservé des restes de comparaisons entre la grandeur du soleil et celle de la lune par rapport à la terre. La distance de notre planète aux deux corps célestes est énoncée, en nombres identiques mais non expliqués et peu explicables, par une série d'auteurs qui répètent tous la donnée du pseudo-Plutarque : on trouve la plupart d'entre eux réunis dans les *Doxographes Grecs* (2) de Diels (p. 362-363). L'*Almageste* de Ptolémée, confirmée par le commentateur de cette œuvre, Théon d'Alexandrie (II B 42 Berger) constate que l'évaluation de l'obliquité de l'écliptique par Eratosthène n'avait pas plus été dépassée dans l'antiquité que son évaluation de la circonférence terrestre ; mais ces documents posent ainsi un problème important pour la solution duquel les éléments certains manquent encore.

Tel est l'ensemble incohérent et tout à fait médiocre de nos informations sur la partie cosmographique de la Géophysique. Heureusement pour les autres parties les renseignements sont meilleurs. Néanmoins, au prix de compa-

1. Macrobe, *Œuvres*, t. III, dans la collection Panckoucke. Paris, 1847, in-16. Bibl. Nat., casier BK. 141.

Le texte publié par Cramer donne sur ce point une indication relative au soleil et à la lune mais différente (t. I, p. 373).

J.-A. Cramer, *Anecdota Græca e codd. manuscriptis Bibliothecæ Regiæ Parisiensis*, 4 vol. Oxonii, 1839, in-8°. Bibl. Nat. Z. 40385-88.

2. Herm. Diels, *Doxographi Græci*. Berolini, 1879, in-8°. Bibl. Nat. 8°. Z. 1374.

Diels n'a donné ni le texte d'Eusèbe ni celui de Galien cités par Bernhardy et qui n'apportent d'ailleurs rien de nouveau. Il a publié deux phrases de Théodore qui ne visent pas nommément Eratosthène. Cramer (t. I, p. 324), a édité un résumé du texte de Joha. Lydus.

raisons, souvent délicates d'ailleurs, avec les idées scientifiques du temps, on peut tout de même soulever déjà un large coin du voile jeté par le Temps sur le bel édifice ératosthénien.

B. — LA SPHÉRICITÉ DE LA TERRE

La définition de notre planète par Eratosthène permet de préciser le terrain sur lequel il se plaçait. La terre, d'après lui, est un solide ayant la forme d'une sphère à l'exemple de l'Univers lui-même. Il ne s'agit donc pas là d'une conclusion tirée de preuves expérimentales mais d'une déduction basée sur une hypothèse relative à la nature du monde ; d'une application au cas particulier de la terre du principe général admis comme conforme à l'essence même (*φύσις*) du Cosmos. Evidemment cette méthode est contraire à la nôtre qui met à l'origine des affirmations de ce genre des observations et des faits. Cependant Strabon, si prompt à la critique contre tout ce qui ne rentre pas absolument dans le cadre de la géographie descriptive, déclare que sur ce point Eratosthène « raisonne juste ». De plus il attribue plus loin (II, 2 § 1) à Posidonius, adversaire d'Eratosthène, la même thèse formulée exactement dans les mêmes termes et il reprend pour son compte le même procédé. Nous sommes donc là en présence d'une habitude générale prise par la science antique et à laquelle Eratosthène n'a fait que se conformer, en lui donnant, pourrait-on dire, son expression classique.

Cette constatation mérite d'être pesée avec soin afin de comprendre la pensée ératosthénienne et aussi d'éclaircir un peu la question soulevée par Hugo Berger sur le fameux « Kampf und Sieg à alternatives étranges » qui, d'après lui aurait marqué la naissance et le progrès de la notion de sphéricité.

Les premières vues des Grecs sur la forme de la terre

n'ont été nullement inspirées par des considérations scientifiques. Sans doute les systèmes cosmologiques successifs inventés depuis le ^{vi}^e siècle A. C. par les divers savants (1) ou naturalistes (2) témoignent d'un progrès continu dans l'observation astronomique, mais tous sont des tentatives subjectives d'explication des phénomènes célestes que chacun pouvait voir. Les opinions sur notre planète se présentent seulement comme des adaptations à un cas particulier de conceptions personnelles sur l'univers. Pour les Ioniens le problème de la forme de la terre a été résolu par les imaginations qui correspondaient le mieux à leurs pensées sur l'équilibre cosmographique de la surface habitée. Quand l'école pythagoricienne apporta à l'humanité (3) l'idée de la sphéricité elle n'émit qu'une vue théorique, dégagée de toutes contingences et appuyée sur des raisons mystiques : la sphère était à la fois la forme parfaite et celle qui permettait le plus aisément d'apercevoir sous toutes ses faces l'harmonie de l'Univers (4). Et, si les représentants les plus modernes de la doctrine, Parménide et Philolaüs, ont fini par retenir seulement que la terre était une sphère immobile au centre du

1. D'après Diogène Laerce c'est pour Thalès qu'a été inventé le mot « philosophe » avec le sens d'ami du savoir.

2. C'est la traduction littérale du mot usité, les « physiologues ».

3. A l'exception de l'école théosophique de Bailly, l'érudition du ^{xviii}^e siècle était unanime à penser que la notion de sphéricité avait été inventée par les Grecs. A la fin du ^{xix}^e on est revenu à cette idée : Gomperz a rappelé à propos de Pythagore le texte de Diodore de Sicile (II, 31) qui dit que cette notion était étrangère aux Babyloniens et le passage où Maspéro (*Histoire ancienne des peuples de l'orient classique*. I. *Les Origines*, p. 16 et 17) a démontré l'erreur de Tho. H. Martin qui en attribuait la paternité aux Egyptiens.

4. D'après Pythagore la sphère terrestre n'était conçue que corrélativement à celle d'un contrepoids semblable à elle et invisible, l'antichton. Le mouvement des sphères célestes produisait dans l'espace des sons musicaux dont l'acuité allait *decrescendo* des étoiles à la lune et qui donnaient 7 notes fondamentales que les hommes avaient su imiter par la voix et la lyre. Eratosthène employa encore cette idée comme fiction poétique dans l'*Hermès*.

monde, ils n'ont pas cherché à en préciser les dimensions ni l'aspect superficiel. D'ailleurs, même quand une école philosophique allait ainsi dans la direction de la vérité, ses opinions sur ce point spécial étaient liées à l'ensemble de sa physique ; elles étaient rejetées ou ignorées par les sectes adverses et plus encore par le vulgaire (1) sur lequel « les théories cosmographiques ou astronomiques des anciens philosophes paraissent bien n'avoir produit que peu d'impression » (Bunbury). En tout cas, on peut considérer que, au cours même du v^e siècle A. C., l'idée de la sphéricité de la terre était admise par les milieux cultivés comme postulat métaphysique ou cosmographique.

Lorsque cette notion sortit du domaine métaphysique pour entrer dans celui de l'astronomie elle resta encore à l'état théorique. L'astronomie grecque primitive n'avait été qu'une série de tâtonnements pour résoudre, au moyen de données sensibles et de calculs arithmétiques très simples, le problème pratique formidable de la mesure du temps soit pour la journée soit pour le retour des saisons. Nous sommes tellement habitués à la perfection de nos calendriers et de nos horloges qu'il faut un grand effort de réflexion pour comprendre dans quelle situation difficile se trouvaient ici les peuples anciens : ils ne disposaient guère que du spectacle du ciel (2) ou d'observatoires naturels aussi rares que célè-

1. Le peuple était facilement porté à les considérer comme sacrilèges, ce qui explique peut-être le secret auquel certaines écoles astreignaient leurs disciples. Anaxagore a été jeté en prison avant Socrate et Galilée et son protecteur Périclès a eu peine à l'en tirer.

2. De là tant d'études sur les apparitions des astres et les pronostics qui en découlent ; de là aussi la popularité du poème où Aratus mit en vers les observations réunies avant lui et notamment par Eudoxe. Hésiode, dans les Travaux et les Jours, avait eu déjà un rôle analogue. Les vers fixent en effet plus aisément, comme les proverbes, les constatations dans la mémoire. Les légendes accrochées aux constellations n'ont été d'abord qu'un moyen mnémonique : qu'on se rappelle le gardien de l'Ourse (Arcturus) qui empêche celle-ci de se baigner, c'est-à-dire de se coucher.

bres (1) et leurs instruments furent toujours ou grossiers et peu maniables comme la clepsydre ou difficilement intelligibles pour le vulgaire : aussi a-t-on pu conjecturer, avec la plus grande probabilité, que la connaissance des temps fut d'abord un service public, confié à des fonctionnaires, les *astronomes*, chargés d'établir « le détail des observances (d'ordre religieux ou pratique) dépendant du cours des astres » (Tannery) Xénophon, dans les *Mémemorables* (IV, 7) prête à Socrate un langage qui définit nettement cette astronomie populaire et rudimentaire. A partir du moment où, vers le milieu du iv^e siècle et probablement grâce à Eudoxe de Cnide, cette science entra dans la voie positive le point de vue ne changea pas : la sphéricité de la terre resta un simple postulat cosmographique auquel put s'appliquer la mathématique. On ne s'est préoccupé que rarement et très accessoirement d'en fournir des preuves expérimentales. Seul Aristote a parlé de l'ombre de la terre sur la lune pendant les éclipses et du déplacement apparent de l'Ourse quand on s'avance du Sud au Nord (2) ; mais pour lui l'essentiel est la raison « physique », c'est-à-dire philosophique, savoir la tendance de toutes choses à tomber vers le centre. Archimède a posé le principe que la surface d'une masse liquide en équilibre est sphérique et a pour centre le centre de la terre ;

1. La caverne de l'île de Syria, mentionnée par Homère (Od. XV, 403 et 404) était éclairée jusqu'au fond le jour du solstice d'été. Le Lycabette, simple butte située dans l'intérieur d'Athènes, était un gnomon naturel dont l'ombre a servi à Méton, auteur d'une réforme du calendrier.

2. Ces arguments, qui sont pourtant les meilleurs que l'antiquité ait connus, ne se trouvent que chez Aristote. « Sans doute, dit Tannery, cette preuve avait été écartée comme pouvant être difficilement invoquée au début d'une exposition méthodique, peut-être comme exigeant, pour son développement, un appareil géométrique incompatible avec les éléments de la science. » A mon avis elle a été négligée tout simplement parce qu'elle ne rentrait pas dans le cadre adopté traditionnellement pour l'établissement de la sphéricité. On ne l'a pas reprise parce qu'on n'en avait pas besoin.

mais il faut aller jusqu'à Cléomède et Strabon pour voir mentionner l'observation, pourtant banale, par les navigateurs de la courbure de la surface de la mer. Encore n'est-elle chez Strabon citée qu'en passant et après la raison philosophique habituelle ; lorsqu'il expose son propre système (II, 5 § 2) il n'en parle plus mais déclare expressément qu'il ne s'appuie ni sur la géométrie ni sur l'astronomie mais uniquement sur la « Physique » qui seule est une « science parfaite » et ne tirant que d'elle-même ses affirmations. « Le géographe, dit-il, travaille pour ceux qui supposent que la terre, prise dans son ensemble doit avoir la forme que les mathématiciens lui attribuent et qui admettent comme autant de vérités évidentes toutes les propositions établies sur cette hypothèse. »

Lorsqu'après Hipparque la géophysique se réduit à une géométrie astronomique, on ne fit pas une place plus grande à l'observation directe : pour fonder la sphéricité on s'adressa uniquement à la logique abstraite. Posidonius (Cléomède I, 8) se borne à constater que les seules formes concevables pour notre planète sont celles d'un disque plat, d'un disque creux, d'un cube, d'une pyramide ou d'une sphère. Si on exclut par le raisonnement les premières il faut bien admettre que la dernière est la bonne. Ptolémée (Almageste, ch. 2) déclare qu'on doit recevoir comme nécessaires, à titre de prémisses, cinq postulats : parmi eux le premier est que le ciel est sphérique et se meut conformément aux lois de la sphérique, c'est-à-dire autour d'un axe passant par son centre ; le second est que la terre dans son ensemble est sensiblement sphérique. Sur ce dernier point, il raisonne encore comme Posidonius. « Si la terre était creuse, les astres se lèveraient plus tôt pour les peuples qui sont à l'Occident. Si elle était plane, ils se lèveraient en même temps pour tous. Si elle était un polyèdre, tous ceux qui habitent sur une même face verraient les mêmes phénomènes que sur la terre plane. Si elle était cylindrique, les phénomènes seraient en

« partie ceux de la sphère et en partie ceux de la figure « plane. Donc la terre doit être une sphère. » Tannery appelle ce raisonnement un pur sophisme. Déjà dans l'antiquité Pline avait signalé qu'on pouvait encore concevoir d'autres formes, par exemple celle d'un « inæqualis globus, ut si sit figura nucis pineæ ». Mais en réalité l'idée de sphéricité est toujours restée à l'état de postulat appuyé uniquement sur les conditions d'équilibre assignées par la métaphysique cosmographique à une terre supposée immobile au milieu du monde et vers le centre de laquelle tend la pesanteur.

En résumé l'évolution de la science hellène révèle non pas l'existence de luttes perpétuelles pour ou contre la sphéricité mais au contraire un accord, en somme assez rapide, établi avant la fin du ^v^e siècle entre les penseurs de toutes écoles. Les critiques d'Hérodote contre les conceptions ioniennes du disque terrestre entouré par l'Océan semblent bien être l'écho de la victoire définitive de l'idée nouvelle ; H. Berger y voit une affirmation indirecte de la sphéricité. Les progrès accomplis depuis lors dans l'astronomie et les mathématiques n'ont pas provoqué de nouvelles discussions sur ce point. La sphéricité de la terre est restée affirmée comme le postulat cosmographique le plus propre à expliquer et à synthétiser les apparences célestes. Or Eratosthène a écrit à un moment où la sphéricité de la terre était admise depuis deux siècles environ ; où l'astronomie mathématique, alors en pleine formation, considérait cette notion comme acquise et se préoccupait surtout d'inventorier et de mesurer les corps célestes : enfin où la géométrie générale de la Sphère commençait à accomplir les progrès décisifs (1). Il est donc naturel qu'il

1. On sait que la théorie de la sphère ne figure pas dans les éléments d'Euclide et que ce sont les travaux d'Archimède, notamment sur la sphère et le cylindre circonscrit à elle ainsi que sur les conoïdes et sphéroïdes, qui ont ici été fondamentaux. « Euclide n'a traité que du rapport de volume de deux sphères d'après celui de leurs rayons et de l'inscription des polyèdres réguliers » (P. Tannery).

ne soit pas préoccupé de démontrer la sphéricité et qu'il se soit borné à l'affirmer, comme tout le monde, à titre de postulat « physique » ou de prémisses cosmographiques.

Sur ce point son œuvre, tout à fait conforme à l'esprit de son temps, n'aurait rien eu d'original s'il n'avait pas cherché à préciser plus qu'on ne l'avait fait jadis la nature de cette sphère.

3. Le sphéroïde

A. — LA NOTION DE LA FORME SPHÉROÏDALE

Trois auteurs d'âge différent ont, en des textes clairs, fourni la preuve qu'Eratosthène ne s'est pas contenté de dire que la terre était une sphère mais que, serrant la question de plus près, il a précisé les différences qui existent entre la forme géométrique abstraite de ce solide et la figure réelle de notre globe. Le premier de ces témoins est Strabon dans les passages précités ainsi que dans un nouveau texte (I, 3 § 3) ; les deux autres sont des compilateurs de basse grécité qui se confirment et se complètent l'un l'autre ; le plus ancien, Théon d'Alexandrie, est le commentateur de l'Almageste de Ptolémée ; le plus récent, Simplicius, est celui du traité d'Aristote sur le ciel ; tous deux jettent une réelle lumière sur le résumé strabonien (II A 2 Berger).

Il résulte de ces documents qu'Eratosthène ne considérait pas la terre comme une sphère parfaite et qu'il s'est efforcé de mesurer la grandeur réelle et l'importance relative des inégalités de sa surface. Il a ainsi ajouté à la définition habituelle une étude générale de l'aspect extérieur de notre planète.

Si l'on adopte pour le dernier passage de Strabon l'interprétation que j'en ai donnée dans mon Etude Bibliographique, on reconnaîtra qu'Eratosthène était encore ici sur une voie ouverte déjà par les progrès géographiques accomplis depuis Alexandre et de son temps même. Il a pris chez ses prédé-

cesseurs Dicéarque et Euclide (1) et chez son contemporain Archimède les données initiales de son exposé. Son originalité consiste à les avoir synthétisées et perfectionnées en leur appliquant une méthode plus complète de mesure. Il a examiné d'abord si l'existence de masses liquides aussi considérables que celles de la mer intérieure et de l'océan unique, qui, d'après lui, entoure la terre habitée, pouvaient porter atteinte à la régularité de la sphère. Strabon nous apprend qu'il a démontré, « avec quelque longueur », que l'élément liquide avait comme la voûte céleste une forme sphérique. C'est là une simple application d'un postulat cosmographique fondamental et il y a une très grande probabilité que, selon l'observation de Hugo Berger, le développement s'appuyait sur la loi d'hydrostatique formulée alors par Archimède. Mais à deux reprises Strabon signale qu'Eratosthène a insisté sur les irrégularités de l'écorce terrestre. Reprenant la boutade d'Hérodote contre les théories ioniennes, il a dit que notre globe n'était pas fait au tour mais qu'il offrait des inégalités de surface (ἰνωμαλίας). Il semble bien que Strabon ait repris pour son compte l'expression d'Eratosthène (II, 5 § 5) : « il ne s'agit pas là d'une sphéricité telle qu'on l'obtiendrait à l'aide d'un tour ou telle que l'exigerait la pure géométrie mais d'une sphéricité sensible et même assez grossière ». Il est curieux de constater d'ailleurs que Strabon, lorsqu'il parle abstraitement de la forme de notre planète, notamment à propos de la construction des globes destinés à la représenter; emploie toujours les mots purement géométriques de σφαῖρα et σφαιρικὸς, alors que dans tous les passages où il rappelle ou répète les conceptions ératosthéniennes il emploie le mot σφαιροειδής. De même Eratosthène dans l'Hermès emploie le mot σφαῖρα pour désigner la sphère céleste, considérée alors comme une sphère parfaite, et les ouvrages astrono-

1. G. Lewis, *Historical survey of ancient astronomy*, (pp. 187 sq) a résumé, d'après les Phénomènes d'Euclide les vues de ce grand géomètre sur la géophysique. Bib. Nat. Inv. V. 44946.

miques spéciaux (1) ont toujours continué à porter le titre de *Sphériques* ou de *traités sur la sphère*, alors que depuis le III^e siècle le seul terme employé pour le globe terrestre resta celui de σφαίροειδής. Cependant Archimède venait de lui donner dans son ouvrage sur les conoïdes et les sphéroïdes son sens technique d'ellipsoïde de révolution. S'il avait été possible jadis, pour exprimer les conceptions métaphysiques sur le monde, d'employer le mot de sphéroïde avec le sens vague d'une sphère quelconque, il semble bien difficile d'admettre qu'un mathématicien comme Eratosthène et un contemporain d'Archimède l'ait maintenu sans intention dans son œuvre géographique. Il n'y a donc rien d'excessif et il y a de grandes chances de réelle probabilité à penser qu'Eratosthène a été le premier à avoir définitivement appliqué à la terre le mot de sphéroïde, comme conclusion de ses recherches et de sa mesure des inégalités de l'écorce. Il aurait ainsi créé, comme pour le terme « géographie », l'expression encore usitée aujourd'hui.

B. — LA MESURE DES INÉGALITÉS DE LA SURFACE

On serait d'autant plus fondé à le croire qu'il est, dans l'état actuel de nos connaissances, le premier qui ait cherché à mesurer rationnellement l'importance des irrégularités de la croûte, tant en elles-mêmes que par rapport à la masse de la planète.

Les cimes et les ascensions, en un mot ce que nous appelons l'alpinisme, n'ont jamais intéressé beaucoup les géographes de l'antiquité. La haute montagne a inspiré surtout un sentiment de crainte religieuse parce qu'on la considérait

1. Tannery a remarqué avec raison que la théorie de la sphère n'a jamais été traitée dans l'antiquité en dehors des applications à l'étude des mouvements célestes et des astres et qu'« elle a toujours fait partie, à proprement parler, de l'astronomie et non de la géométrie ».

comme la demeure des dieux (1). Des préoccupations pratiques, d'ordre militaire, commercial ou, plus rarement, astronomique, ont attiré l'attention sur les cols ou sur les belvédères naturels (σχοπία) constitués par des monts isolés dominant soit la mer (Athos, Atabyrion de Rhodes), soit un plateau, une plaine ou une vallée (Olympe, Ossa, Pélion, Lycée, Taygète, etc.). Mais les évaluations de hauteur se réduisaient à des comparaisons sans chiffres avec d'autres montagnes et elles étaient établies sur de simples impressions pittoresques ou sur la durée probable de l'ascension (2). Cependant dès le début du III^e siècle A.C. on vit paraître des essais d'orométrie encouragés par les gouvernements et liés parfois à des entreprises de travaux publics. Tel fut (I B 16 Berger), d'après Eratosthène lui-même, le nivellement de l'isthme de Corinthe par des architectes au service de Démétrius Poliorcète, qui songeait à percer un canal et qui renonça à son projet parce qu'on ne trouva pas des deux côtés le même niveau de la mer. Telles furent surtout en Grèce les essais de mesure de la hauteur de quelques montagnes par Dicéarque, probablement sur le désir et en tout cas avec l'appui des rois de Macédoine. On sait malheureusement trop peu de chose sur ces entreprises pour en parler avec certitude (3). Néanmoins Geminus (4) déclare que Dicéarque a usé de procédés géométriques. Les résultats obtenus, qui variaient de 10 stades (Pélion) à 15 stades (Cyllène), paraissent n'avoir été que des évaluations isolées et assez grossières. Au contraire Eratosthène, autant que nous pou-

1. De là les temples et les sacrifices à Zeus sur le mont Athos, le Lycée d'Arcadie, l'Atabyrion de Rhodes, etc.

2. Polybe, d'après Strabon (IV, 6 § 12), comparait les Alpes aux plus hautes cimes de Grèce en disant qu'il fallait cinq jours au moins pour l'ascension des premières et guère plus d'un jour pour celle des secondes. Il est étrange qu'on n'ait même pas pensé à la limite inférieure des neiges.

3. Au début du tome II des *Geographi græci minores* de Hudson on trouve une dissertation, d'ailleurs insuffisante, de Dodwell sur la tentative de Dicéarque.

4. *Elementa Astronom.* c. 14 dans l'*Uranologie* p. 153 E.

vons en juger, paraît avoir apporté une méthode de caractère plus scientifique. En effet Théon d'Alexandrie et Simplicius affirment qu'il a démontré que la verticale tombant des plus hauts sommets jusqu'aux points les plus bas avait une longueur de 10 stades et qu'il a prouvé ainsi que par rapport à la grandeur de la terre les saillies montagneuses sont trop faibles pour lui enlever sa forme sphéroïdale et pour être invoquées comme arguments contre les calculs destinés à évaluer la circonférence du plus grand cercle. Théon et Simplicius ajoutent que ce résultat a été obtenu en mesurant avec soin à l'aide de la dioptre l'intervalle compris entre les points extrêmes dans le sens vertical.

Certes il n'y a pas dans ces renseignements de quoi définir en détail et avec certitude la méthode employée. Mais on y trouve des indications qui permettent de l'entrevoir. La dioptre, dont s'est servi Eratosthène et que, si l'on veut en croire Théon de Smyrne, Dicéarque avait déjà utilisée avant lui, est un instrument connu : il était d'usage courant chez les architectes et les ingénieurs militaires ; Euclide en a mentionné l'application à l'astronomie ; Héron d'Alexandrie l'a décrit (1). Il consiste essentiellement en une règle de visée établie sur un plan horizontal : avec lui on peut déterminer un angle de hauteur et on peut mesurer la distance horizontale allant de l'instrument au pied de la montagne. On ne sait si au temps d'Eratosthène la dioptre était déjà montée sur un cercle gradué ; en tout cas, si elle l'était, les graduations n'auraient été faites qu'en soixantièmes de la circonférence, selon l'usage alors reçu. En principe rien ne s'opposait à ce qu'on put avec la dioptre, et en s'appuyant sur les propriétés des triangles plans, arriver à calculer la verticale orométrique. Néanmoins dans la pratique on se heurtait à de grandes difficultés : la distance horizontale ne pouvait jamais être éva-

1. Hultsch a donné dans l'*Encyclopédie* de Pauly au mot *dioptra* un très bon article. J'y relève cependant une référence inexacte à la Géométrie grecque de Tannery (p. 56 ; c'est p. 46 qu'il faut lire.).

luée que par à peu près et grossièrement ; la trigonométrie n'étant pas antérieure à Hipparque on ne pouvait déduire cette longueur de la mesure directe des angles. D'ailleurs, l'idée du niveau égal des mers étant inconnue, la base de la verticale n'était déterminée que par rapport à un plan horizontal variable. Les mathématiciens modernes sont portés à croire qu'Eratosthène avait eu recours à des moyens indirects. Delambre et Tannery sont d'accord pour penser qu'il s'est servi de la construction de triangles semblables. « On était plutôt porté pour mesurer une distance inaccessible, à déterminer des triangles semblables » (Tannery). « Après avoir mesuré la distance et l'angle de hauteur il pouvait, à une distance égale, trouver ou placer des signaux ou jalons qui soustendissent le même angle » (Delambre). En ce cas le procédé rappellerait celui que, selon la tradition, Thalès et Eratosthène auraient employé pour mesurer la hauteur des pyramides d'après leur ombre.

Il n'y aurait pour notre sujet qu'un intérêt médiocre à s'attacher au résultat numérique obtenu par de tels moyens. L'essentiel est de constater le but poursuivi. Eratosthène a voulu, par une mesure réelle qu'il savait très approximative mais qu'il a faite de son mieux, déterminer l'importance des saillies montagneuses pour la comparer à la longueur du diamètre terrestre déduit de son évaluation personnelle du plus grand cercle. On ne peut savoir quelles observations personnelles il a faites ni quel compte il a tenu des observations personnelles qu'il a faites. Le chiffre est évidemment le résultat final abstrait de comparaisons que nous ignorons. Pour être complet Eratosthène aurait dû évaluer de la même manière les plus grandes profondeurs marines. Il y a tout lieu de croire qu'il ne l'a pas oublié. Un texte de Plutarque (Paul-Emile) cité par Tozer pourrait même être interprété comme l'indiquant : après avoir mentionné que l'Olympe a été trouvé par un certain Xenagoras égal à 10 stades, une plèthre et 4 pieds, Plutarque rappelle que « les géomètres

disent » que les mines et les plus grandes profondeurs marines ne dépassent pas 10 stades. En tout cas, comme nous ignorons comment on aurait pu s'y prendre pour opérer cette dernière mesure, le plus simple est d'admettre qu'Eratosthène a raisonné par analogie et qu'ayant trouvé 10 stades pour les saillies montagneuses il a conclu à une hauteur égale pour les fosses marines.

Lorsqu'on se trouve en présence de manifestations scientifiques aussi rudimentaires le mieux est d'en retenir seulement l'esprit. Ainsi considéré l'effort ératosthénien reste, au point de vue de ses intentions et de sa méthode, original et intéressant. Eratosthène ne s'est pas borné à répéter les hypothèses reçues sur la sphéricité ; il est le premier qui ait tenté de définir avec précision la sphère terrestre ; il a donné, sinon les mesures exactes, au moins le mot qui a été gardé depuis et, sur l'insignifiance des saillies, une appréciation générale à laquelle les progrès postérieurs n'ont rien changé.

4° La Cosmographie du Sphéroïde

A. — PLACE DE LA TERRE DANS L'UNIVERS

Eratosthène a exprimé lui-même dans l'Hermès la place qu'il assignait dans le monde à notre globe. Le dieu, parvenu assez haut dans son ascension à travers l'espace pour embrasser déjà l'ensemble du monde, aperçoit la terre « placée au milieu de la voûte céleste, au centre de la sphère de l'univers et traversée par l'axe qui s'ajustait sur elle ».

Eratosthène n'a évidemment fait ici que se conformer à une opinion qu'on doit considérer comme constante pendant toute l'antiquité et qui n'a d'ailleurs été énoncée, elle aussi, que comme postulat. Elle a pris, dès qu'on fut sorti des théories des métaphysiques primitives, une forme géométrique abstraite dont l'expression la plus nette a été donnée par Ptolémée. « La terre est au centre, car si elle n'y était pas il faudrait qu'elle fût ou hors de l'axe mais à même distance des

deux pôles ou sur l'axe mais à des distances inégales des deux pôles ou tout à la fois hors de l'axe et à des distances inégales. Dans le premier cas il n'y aurait pas d'équinoxe ou les points équinoxiaux ne seraient pas à égale distance des points solsticiaux. La terre serait plus voisine d'un côté du ciel que du côté opposé ; les astres paraîtraient là plus grands et leurs intervalles plus considérables. Dans le second cas le plan de l'horizon couperait inégalement le ciel et particulièrement l'écliptique. On ne verrait pas toujours six signes élevés pendant que les autres sont abaissés. Les ombres du soleil levant et du soleil couchant ne formeraient pas une même ligne le jour de l'équinoxe. Dans le troisième cas on trouverait réunies les difficultés des deux premiers. L'ordre des jours et des nuits serait troublé ; les éclipses n'arriveraient pas toujours dans les oppositions et les conjonctions puisque la Terre n'occuperait pas toujours la ligne qui va du Soleil à la Lune ». Delambre a déclaré justement que « tous ces raisonnements sont assez futiles quoique géométriquement vrais en grande partie. Il faudrait que l'excentricité fût bien grande pour que ces effets devinssent sensibles ». En tout cas l'adoption du système de Copernic les ferait tomber.

Quoi qu'il en soit, nous n'avons aucune raison de douter qu'Eratosthène a suivi ici la même méthode que pour la sphéricité. Son point de vue n'offre donc rien d'original. Mais il est certain que là encore il a fait un effort personnel pour préciser et mesurer les rapports qui existent entre notre planète et les corps célestes les plus importants pour elle, le soleil et la lune. Malheureusement sa pensée nous est arrivée ici tellement défigurée que l'on ne saurait actuellement la définir avec exactitude. Tout ce qu'on peut tenter est de déterminer scrupuleusement ce qui nous en reste, en renonçant soit à l'interpréter là où elle n'est pas directement intelligible pour nous soit à la compléter par des conjectures qui seraient purement subjectives et ne feraient guère que créer une difficulté de plus.

On est d'ailleurs fondé à agir ainsi tant en raison de l'état actuel de nos connaissances sur l'astronomie grecque avant Eratosthène qu'en raison de la médiocrité des résultats alors atteints par cette science. Quels qu'aient été les efforts pour éclairer son histoire antérieurement au ⁱⁱⁱ^e siècle A. C. il faut reconnaître que ceux-ci se sont heurtés jusqu'ici à l'insuffisance irrémédiable des documents. On peut seulement affirmer que c'est au cours du ^{iv}^e siècle que remontent les origines de l'astronomie mathématique et qu'il est probable que les principaux auteurs en ont été Eudoxe et l'école de Cyzique fondée par lui. Les rares renseignements qui nous restent ne donnent pas une très haute idée de la valeur de la science nouvelle. On était alors réduit comme instruments au gnomon simple et au cadran solaire hémisphérique (*polos*) sur lequel Eudoxe avait sans doute tracé quelques lignes de repérage (1). Autolycus, qui fut maître de cet Arcésilas qu'Eratosthène a connu à Athènes, a laissé un traité sur *la Sphère en mouvement* dans lequel, faisant tourner une sphère, il examine la partie de ses différents cercles qui est au-dessus de l'horizon et celle qui est en dessous. Là il rassemble et démontre géométriquement quelques propositions sur les levers et les couchers, sans pouvoir chiffrer ni l'instant précis d'aucun phénomène ni le temps qu'un point donné doit employer pour passer de l'horizon oriental à l'horizon occidental. Ce n'est qu'au cours du ⁱⁱⁱ^e siècle que le progrès s'accrut par l'établissement dans certaines grandes villes hellénistiques d'observatoires mieux outillés, par la perfectionnement des instruments, par la création de recueils d'observa-

1. C'est en ce sens qu'à mon avis on pourrait entendre le mot de Vitruve (IX, 9) qui, tout en constatant qu'Eudoxe se servait du *polos*, appelle *arachné* le cadran dont il a fait usage. Il est clair qu'on ne saurait lui attribuer l'invention du disque mobile ajouré de l'astrolabe (*arachné*) dont Ptolémée a rédigé la théorie, qui fut peut-être d'après Vitruve lui-même trouvé par Apollonius et qui, en tout cas, ne fut pas employé avant Hipparque.

tions, enfin grâce au remarquable essor pris par la mathématique générale. Alexandrie a joué dans cette évolution un rôle capital mais le mouvement décisif a été exactement contemporain d'Eratosthène et n'a atteint son plein développement qu'après lui. Malgré l'établissement des grandes armilles équatoriales utilisées par Aristylle et Timocharès pour leurs observations qui fournirent les premiers éléments des catalogues d'étoiles et des théories sur les planètes, malgré les vues hardies et les découvertes d'Aristarque de Samos qui construisit le premier cadran solaire plan et, par un perfectionnement du polos, créa la scaphé employée par Eratosthène pour sa mesure de la circonférence terrestre, les résultats obtenus restèrent médiocres. Tannery a bien précisé le caractère de toute cette période.: « la mathématique n'était pas encore assez développée pour permettre.... la solution définitive des problèmes ; elle se borna donc, à très peu près, tout en employant un appareil de démonstrations de plus en plus rigoureuses et complexes, à expliquer les phénomènes en gros, à montrer pourquoi les choses se passaient en tel sens, sans chercher à préciser les valeurs théoriques exactes et à permettre ainsi de contrôler l'explication par une observation rigoureuse » (1).

Au contraire l'originalité d'Eratosthène a été d'apporter dans toutes les parties de son effort géographique un sens profond de la réalité et le souci de la mesure exacte serrant les faits d'aussi près que possible. Quoiqu'il ne reste de la partie cosmographique de son œuvre que des débris informes on y reconnaît encore la marque de cette préoccupation dominante : tout comme il avait exprimé en stades, c'est-à-dire avec l'unité qui servait à ses mesures itinéraires et géographiques, les inégalités de la croûte terrestre, c'est en myriades de stades, c'est-à-dire au moyen de l'unité qui a servi à la mesure de notre planète, qu'il a traduit les distances inter-

1. *Recherches sur l'histoire de l'astronomie ancienne* (ch. II).

planétaires examinées par lui. Si les nombres auxquels il s'est arrêté se ressentent des faiblesses de l'astronomie de son temps, le procédé utilisé pour les énoncer mérite d'être retenu, d'autant plus que c'est, dans toute l'antiquité, la seule fois qu'il ait été employé (1).

Les fragments proprement cosmographiques de la géophysique forment deux groupes : les uns précisent la place occupée par la terre dans l'univers ; les autres sont relatifs à la détermination de l'inclinaison de l'écliptique.

B. — LE SOLEIL ET LA LUNE PAR RAPPORT A LA TERRE

Le problème de la grandeur et des distances du soleil et de la lune a été mis au premier plan par l'astronomie mathématique : ces deux astres sont en effet d'une importance capitale pour la vie de la terre (2) et surtout c'étaient ceux dont l'observation paraissait offrir le moins de difficultés. Aristarque de Samos au III^e siècle, Hipparque au II^e ont écrit, sous le même titre, un ouvrage sur ce sujet. Archimède l'avait envisagé sûrement dans sa *Sphéropée* et il a décrit dans son *Arénaire* un procédé particulier qu'il avait imaginé pour la mesure du diamètre apparent du soleil (3). Mais aucun texte ne nous autorise à croire qu'Eratosthène ait fait autre chose,

1. Macrobe (*Somn. Scip.* I. 20) indique que « les Egyptiens » (*sic*) se sont appuyés sur les 252.000 stades d'Eratosthène pour mesurer la longueur de l'ombre terrestre, considérée par eux comme égale au rayon de l'écliptique. Mais quand ils ont eu terminé le calcul du diamètre solaire tiré de cette observation, c'est en rayons terrestres que, selon l'usage, ils ont exprimé le résultat.

2. Notons pourtant que l'influence de la lune sur les marées n'a été définie que par Posidonius.

Hérodote avait observé les marées au golfe Maliaque et au golfe Arabe. Nearchus en a signalé la hauteur pour l'océan méridional. Pythéas en a fait autant pour l'océan septentrional et il a remarqué une coïncidence entre leurs mouvements et ceux de la lune. Mais Aristote les expliquait encore par l'action des vents. L'étude de la lune et du soleil était au III^e siècle purement astronomique.

3. Il ne l'estimait qu'à 8' près soit environ à $1/4$ près.

dans son traité *sur la mesure de la terre*, qu'exprimer en myriades de stades la distance qui sépare de la terre le soleil et la lune et que comparer leur grandeur à celle de notre planète. Notre documentation ne donne absolument rien d'autre et force est bien de s'en rapporter à elle.

Restent maintenant à étudier les renseignements qu'elle fournit, très inégalement d'ailleurs, sur ces divers points.

Pour les distances, les textes sont tous concordants et donnent des nombres clairs. Ils se trouvent énumérés au complet chez Bernhardt (*Geographica*, p. 56) mais leur expression la plus commode est chez Diels. La seule divergence qu'on y avait constatée était chez Stobée où l'on lisait, à propos du soleil, le même chiffre qu'ailleurs mais appliqué à des myriades de myriades. Corsinus avait cru y trouver la vraie leçon mais à la suite des observations de Beck et devant l'unanimité des autres documents, y compris Théodoret, il n'y a qu'à considérer la répétition *μυρίων* ou *μυριάδων* de Stobée comme une simple interpolation ou négligence de copiste. Il est donc établi qu'Eratosthène plaçait la lune à 78 myriades ou 780.000 stades de la terre et le soleil à 80.400 myriades ou 804.000.000 de stades. Mais en dehors de cela tout reste obscur : on ne sait rien sur l'origine de ces nombres ni sur la manière dont ils ont été calculés ni sur les raisonnements et observations dont ils dérivent. Si l'on essaie de les rapporter à la mesure de la circonférence terrestre donnée par Eratosthène on obtiendrait pour la distance lunaire près de dix-neuf fois (18,57) le rayon de la terre et pour la distance solaire environ 19.000 fois ce même rayon : il y aurait donc de la terre au soleil environ 1.000 fois autant d'espace que de la terre à la lune. La comparaison avec les évaluations analogues connues antérieurement à l'ère chrétienne apporte seulement une obscurité de plus. En ce qui touche la lune, Hipparque arrive à 59 rayons terrestres soit 3,1 fois plus ; Posidonius, si l'on admet les corrections au texte de Plinie acceptées par Delambre, compte 50 rayons terrestres soit 2,6 fois plus. En

ce qui touche le soleil Aristarque s'en tient à dix-huit à vingt fois la distance lunaire soit 50 à 55 fois moins qu'Eratosthène. Posidonius, toujours en admettant les corrections indiquées plus haut, se restreindrait à 300 rayons terrestres ou 63,3 fois moins qu'Eratosthène. Mais si ces variations sont significatives des faiblesses de la science astronomique antérieure à l'ère chrétienne elles n'apportent aucun éclaircissement sur le détail des conceptions propres à Eratosthène. On constate cependant que celles-ci représentent pour la distance lunaire l'évaluation minima et pour la distance solaire l'évaluation maxima. Par rapport aux résultats obtenus par les méthodes et les instruments modernes c'est Eratosthène qui est, et de beaucoup, celui qui approche le plus de la vérité pour la distance solaire qu'on estime aujourd'hui à 23.000 rayons terrestres équatoriaux ; au contraire c'est lui qui s'approche le moins de la réalité pour la distance lunaire considérée aujourd'hui comme égale à 60 rayons terrestres (1) c'est-à-dire presque exactement à l'évaluation d'Hipparque. Il est vraiment curieux de constater qu'alors que toute l'antiquité a donné pour la distance solaire un nombre beaucoup trop faible (2), Eratosthène seul a énoncé une évaluation vraiment voisine des nôtres ; mais comment alors expliquer que pour la distance lunaire ce soit lui qui s'éloigne le plus de la vérité ? Il semble ainsi marquer dans l'évolution des idées astronomiques un point tournant et il est étrange que les nombres donnés ou repris par lui n'aient pas fait naître des discussions dont les échos nous soient parvenus. On doit d'autant plus vivement regretter que nous n'ayons aucun moyen de savoir d'où il avait tiré son résultat. Tout ce qu'on est fondé à dire aujourd'hui est qu'il a traduit en unités dérivées de sa mesure

1. Il ne s'agit évidemment ici que des distances moyennes du soleil et de la lune.

2. La distance solaire a été croissant d'Aristarque à Eratosthène, pour se restreindre brusquement lorsqu'avec Hipparque apparurent des moyens supérieurs d'observation et de calcul : elle s'est réduite encore lorsqu'avec Posidonius le stoïcisme envahit la science.

de la terre les évaluations considérées par lui comme les meilleures.

Pour les grandeurs du soleil et de la lune la situation est pire encore. Ici les textes sont à la fois peu clairs dans leur sens, nettement contradictoires dans leurs chiffres et très inégaux pour les deux astres. L'érudition polymathique avait été réduite à Macrobe qui ne parle que du soleil ; la philologie contemporaine a eu à sa disposition, grâce à Cramer, un document émané d'un certain Denys et qui est plus complet sinon plus précis. Examinons-les tour à tour.

« Si l'on croit Eratosthène dans ses livres sur les mesures, dit Macrobe, la mesure de la terre multipliée par 27 donnera la mesure du soleil. Posidonius prétend qu'il faudrait un multiplicateur beaucoup et beaucoup plus grand pour obtenir la grandeur (*spatium*) du soleil. Tous deux font appel comme argument aux éclipses de lune : pour prouver que le soleil est plus grand que la terre ils prennent pour document les éclipses de lune et pour expliquer les éclipses de lune ils ont recours à la grandeur du soleil. D'où il arrive qu'en voulant étayer l'un des faits par l'autre ils n'affermissent la probabilité ni de l'un ni de l'autre. » Il suffit d'une simple lecture pour percevoir l'obscurité de ce passage et la médiocrité d'esprit de son auteur. Que veut dire le mot *spatium* qui signifie aussi intervalle et distance ? Que veut dire le mot *mensura* ? S'agit-il de la circonférence, de la surface ou du diamètre des disques solaire et lunaire ? Faut-il, comme Montucla, penser au volume ? En quoi consistait l'usage fait par Eratosthène et Posidonius des éclipses de lune ? Y a-t-il un rapport entre ce procédé et celui inauguré par Hipparque qui, au dire de Théon d'Alexandrie, s'est servi de quelques phénomènes d'éclipse dans son traité sur le Soleil et la Lune ? Pourquoi Macrobe ne dit-il rien de la grandeur attribuée par Eratosthène à notre satellite ? Autant de problèmes insolubles. Les informations de Macrobe sont donc vraiment peu utilisables en tant que mesures.

Le texte publié par Cramer, quoique meilleur, n'est pas décisif. « Certains auteurs ont jugé bon de parler aussi de la grandeur du soleil et de la lune. Sérapion a dit que le soleil valait dix-huit fois la terre (ὁκτωκαίδεκαπλάσιονα τῆς γῆς). Mais Eratosthène a dit que le soleil valait cent fois la terre et la lune trente-neuf fois. Les maîtres de notre Eglise se sont accordés à dire que le soleil était égal à la terre et c'est la vérité ». Si ce document émane d'un auteur aussi médiocre d'esprit que Macrobe lui-même, il est au moins complet dans ses chiffres. Mais il ne précise toujours pas quel est le multiplicande qui sert de base à l'opération. Comme c'est tout ce qu'on a d'Eratosthène sur ce point, on est réduit à chercher seulement des comparaisons avec les données astronomiques antérieures à l'ère chrétienne. — On y rencontre deux types d'indications. Le premier est constitué par des affirmations globales vagues, comme celles de Macrobe et de Denys, et qui se rapportent exclusivement au soleil. Elles varient de dix-huit fois la Terre (Sérapion) à cent soixante-dix fois (Aristote d'après Simplicius et Théon d'Alexandrie). La plus précise est celle qui émane d'Aristarque d'après un texte de Cramer (p. 338) ; d'après ce document (1) le soleil est à la terre comme 6.000 est à 859 soit 6,97 plus grand et il est par rapport à la lune comme 5.832 est à 1, ce qui est une évaluation inexplicable pour moi. Ici Eratosthène occupe une position moyenne. Le second type d'évaluations est fixé d'après le diamètre des astres, ce qui est l'usage courant. Là on trouve pour la lune des estimations établies tantôt par comparaison avec le diamètre solaire (Eudoxe 9 diamètres lunaires donnent le diamètre solaire ; Aristarque d'après Cramer 18 diamètres lunaires donnent le diamètre solaire) tantôt par comparaison avec le diamètre terrestre (Hipparque, diamètre terrestre évalué à 3,40 fois le diamètre lunaire). Pour le soleil Aristarque (Cramer) conclut à $19\frac{1}{3}$ du diamètre

1. Je ne l'ai vu jusqu'ici utilisé nulle part.

terrestre soit 6,33 fois plus que celui-ci ; Hipparque à 5,5 fois plus. Posidonius à trois ou quatre fois plus. Tannery a d'ailleurs remarqué qu'Archimède dans son *Arénaire* semble dire que la mesure du diamètre solaire n'avait, de son temps, pas encore reçu de solution satisfaisante. Il est impossible d'établir entre ces estimations et celles attribuées à Eratosthène par Cramer une comparaison ferme et précise. Tout au plus oserait-on se risquer à dire qu'au cours du III^e et du II^e siècle les évaluations du diamètre solaire ont été en diminuant et que celles de la grandeur de la lune, exactes en somme, ont peu varié ; or les nombres attribués par Cramer à Eratosthène semblent marquer une tendance à grossir le soleil et la lune. Mais cette observation ne saurait prétendre à être autre chose qu'une impression assez vague.

La conclusion de toutes ces remarques me paraît avoir été formulée par Montucla à propos de Posidonius : « ce serait un temps assez mal employé que de s'épuiser en conjectures d'après des données aussi douteuses ». Néanmoins il demeure acquis qu'Eratosthène avait comparé, en grandeur et en distance, notre sphéroïde à la lune et au soleil et qu'il avait ramené, comme toujours, ses mesures aux unités déterminées par lui exactement pour la terre et qui sont restées le point de départ de tout son système géographique. Les évaluations qui nous ont été transmises sous son nom pour les distances solaire et lunaire doivent être considérées comme certaines, celles publiées par Cramer pour la grandeur comparée des trois corps célestes sont probables mais insuffisamment précises. L'indication de Macrobe sur le procédé employé (utilisation des éclipses de lune) est trop nette pour ne pas être retenue en attendant qu'on puisse la comprendre. Enfin la conjecture la plus vraisemblable sur l'origine des évaluations ératosthénienne est que leur auteur n'est pas parti d'observations astronomiques personnelles dont l'écho nous serait sans doute parvenu, en raison même de la singularité des résultats énoncés ; il paraît avoir traduit dans le

système de mesures géographiques adopté par lui les conclusions qui lui ont semblé les plus neuves dans la cosmographie de son temps, qui serait une cosmographie de transition assez hardie.

Si modestes que soient ces conclusions elles ont l'avantage de s'en tenir à ce qu'on peut affirmer avec un certain commencement ou quelque semblant de preuve et de ne pas embarrasser l'avenir par un excès d'imaginations subjectives.

C. — L'OBLIQUITÉ DE L'ÉCLIPTIQUE

Deux textes affirment qu'Eratosthène avait défini avec précision l'inclinaison de l'orbite apparente du soleil par rapport à l'équateur terrestre. L'un est une simple redite de l'autre par un commentateur, Théon d'Alexandrie. L'autre émane d'un des plus grands noms de la science antique, Ptolémée, et il est donné avec une très grande précision. Le voici : « Nous avons, pour l'arc compris entre les tropiques, de sa limite septentrionale à sa limite méridionale, toujours trouvé 47 degrés plus une quantité supérieure à quarante minutes et inférieure à quarante-cinq. Ainsi on obtient presque le même compte que celui d'Eratosthène, qu'Hipparque a déjà adopté. En effet l'arc compris entre les tropiques ainsi définis se trouve alors tout à fait proche de $11/83$ du méridien ». (II B 42 Berger). Et le commentateur, qui est un mathématicien connu du IV^e siècle P. C., père de la célèbre Hypatie, renforce encore le renseignement : « Eratosthène, dit-il, ayant divisé le cercle entier en 83, a trouvé 11 pour l'arc compris entre les tropiques » (1). Or Théon nous a déjà montré, par son texte relatif aux inégalités de la surface, qu'il était au courant de la pensée ératosthénienne.

1. Théon ajoute : « or 83 est à 11 comme 360 est à $47^{\circ} 42' 40''$ », ce qui est une simple vérification par conversion de la mesure d'Eratosthène en 83^{es} en la mesure employée par Ptolémée. Cette vérification est même faite à la légère : il aurait dû dire $47^{\circ} 42' 39''$.

Malgré sa limpidité, ce texte a soulevé de nombreuses discussions dans lesquelles on retrouve l'écho des écoles successives de commentateurs. Riccioli y a vu l'affirmation d'une mesure astronomique personnelle d'Eratosthène énoncée par lui telle qu'il l'avait trouvée, en 83^{es} du grand cercle, et, l'ayant convertie en degrés, il s'appuie sur son exactitude pour en tirer argument en faveur de sa thèse sur l'immutabilité de l'obliquité. Delambre, sous l'influence des théories géodésiques du xviii^e siècle a prétendu y découvrir une expression arithmétique simplifiée d'une observation faite par Eratosthène à l'aide d'une armille solsticiale divisée en sixièmes de degré et il a refait à sa façon les données de l'observation et les calculs d'approximation (1). La philologie germanique contemporaine a dénaturé le texte. Muellenhoff a tenté de prouver qu'Eratosthène et Ptolémée avaient, pour l'obliquité de l'écliptique, employé non pas presque le même nombre mais exactement le même, parce qu'il trouvait là un argument en faveur de son hypothèse. Il serait fastidieux de le suivre dans les interprétations alambiquées et dans les calculs compliqués auxquels il se livre ; il n'hésite pas à raisonner ferme sur une différence douteuse de 100 stades dans des additions de nombres arrondis dont le total se monte à 46.300 stades ni à prétendre qu'Eratosthène avait, comme le fit plus tard Hipparque, établi une Table des latitudes ; il s'appuie sur la conversion de 4.820 stades en 6° 53' 8" $\frac{4}{7}$, qu'il applique d'ailleurs à un autre méridien que celui désigné par sa source. Hugo Berger (*Fragments* pp. 131 sq.) a critiqué heureusement sa thèse. Mais Hugo Berger à son tour a voulu prouver que la fraction $\frac{11}{83}$ ne venait pas d'Eratosthène. Il y voit l'interprétation par Ptolémée d'un rapport

1. Aucun document ne permet d'affirmer qu'il existait à Alexandrie, au temps d'Eratosthène une armille solsticiale ni une division du cercle en degrés et sixièmes de degré. On comptait alors encore par fractions de signes zodiacaux ou par soixantièmes et il n'est même pas absolument certain que la division en soixantièmes fut marquée sur le scaphé.

exprimé originellement par Eratosthène sous la forme $8/60$ c'est-à-dire traduisant seulement en soixantièmes, selon l'usage admis de son temps, l'ancienne définition de l'obliquité obtenue au moyen du côté d'un pentédécagone régulier inscrit dans un cercle. Son principal argument est que la traduction en degrés, minutes et secondes de la fraction $11/83$ donne un nombre presque absolument identique à celui de Ptolémée et que par conséquent on ne saurait admettre que celui-ci l'ait considéré seulement, comme « presque le même » ou comme « tout à fait proche ». Berger me paraît d'ailleurs avoir été surtout préoccupé par le désir de trouver un argument qui ruinât par la base la thèse de Muellenhoff.

Toutes ces théories ne sauraient valoir contre l'affirmation parfaitement nette de deux techniciens de la qualité de Ptolémée et Théon d'Alexandrie. Ces témoins avaient d'ailleurs sur tous les commentateurs modernes l'immense avantage de savoir ce qu'avait écrit Eratosthène. Il reste donc acquis que l'obliquité a bien été fixée par Eratosthène à $11/83$ et que l'exactitude de sa mesure était telle qu'elle n'a pas été dépassée dans l'antiquité et qu'elle y a fait loi.

Il faudrait maintenant essayer de préciser le fait. Malheureusement les renseignements font complètement défaut. Aucun auteur ancien ne fournit sur ce point l'ombre d'une information complémentaire. L'histoire même de la notion d'obliquité de l'écliptique n'apporte à peu près rien. Sans doute on sait, par Théon de Smyrne, qu'un disciple d'Aristote, Eudème de Rhodes, a dans ses *Astrologies* rapporté l'existence d'une détermination, assez grossière du reste, de l'obliquité de l'écliptique, en l'attribuant à Anaxagore (1) : « il a découvert que l'axe des étoiles fixes et celui du zodiaque sont éloignés l'un de l'autre comme le côté du pentédecagone ».

1. Le texte dit Anaximène, mais Tannery a corrigé pour des raisons qui paraissent très valables. Dans l'hypothèse alors admise l'axe du monde se confond avec celui de la terre.

gone » (1). L'abréviateur d'Eudème, à qui Théon de Smyrne a emprunté son extrait, ajoute avec raison : « ce qui fait 24 degrés ». Mais si cette indication est intéressante en ce qu'elle montre la façon d'exprimer la donnée astronomique qui a été plus tard appliquée à la terre sous le nom d'obliquité de l'écliptique, elle ne renseigne pas sur ce qui nous préoccupe. Aucune information ne permet non plus d'apprécier les progrès faits jusqu'à Eratosthène. Si le mot d'horizon apparaît chez Euclide celui d'écliptique n'est employé que bien après Eratosthène, chez Cléomède et Tatius ; la division en degrés n'a pas été appliquée à un cercle quelconque avant Hipparque et au III^e siècle on n'utilise que la division en soixantièmes (héxékontades), qui donnerait pour le côté du pentédécagone inscrit $4/60$. Bien mieux on a pu se demander si, au temps d'Eratosthène on se représentait l'écliptique et le tropique comme constituant seulement des lignes déterminées par le centre du soleil : de la Nauze, dans son Mémoire sur la mesure de la terre d'Eratosthène à propos de la latitude de Syène, a affirmé que pour les anciens le tropique était non une ligne mais « une zone de la largeur du soleil » c'est-à-dire une bande de 300 stades environ. Nous serions donc réduits au fait brutal qu'Eratosthène a évalué l'arc intertropical à $11/83$ du grand cercle et à constater que, lorsque nous traduisons cette mesure en degrés (ce à quoi Eratosthène n'a d'ailleurs jamais songé) elle apparaît d'une exactitude vraiment grande. Elle place en effet le tropique à $23^{\circ}51'19''\frac{1}{2}$; or, si l'on prend la moyenne des observations de Ptolémée, on obtient $23^{\circ}51'15''$; et, si l'on tient compte de la diminution séculaire de l'obliquité, l'observation d'Eratosthène ne différerait de nos observations les plus perfectionnées que par un excès d'à peine plus de 7' (2).

1. Ce sont sans doute les pythagoriciens qui ont trouvé la construction du pentédécagone régulier inscrit dans un cercle.

2. L'obliquité diminue de $0'',48$ par an. Or, si, pour simplifier le calcul, on prend pour point de départ le début de l'an 200 A. C. et pour point

Elle serait donc beaucoup plus juste que celle du diamètre apparent du soleil par Archimède.

Il me semble cependant qu'on peut aller plus loin. La mesure de l'obliquité n'a été pour Eratosthène qu'un simple corollaire de ses mesures d'ombre à l'équinoxe et au solstice. Riccioli avait déjà remarqué que pour l'obtenir il aurait suffi « de prendre la hauteur du soleil à chaque solstice ; en soustrayant celle du tropique d'hiver de celle du tropique d'été, il reste la distance entre les tropiques dont la moitié donne la distance d'un tropique à l'équateur. » Plus simplement Hugo Berger a constaté que « à l'équinoxe l'arc entre l'équateur et le tropique pouvait être aussi bien déterminé d'après l'ombre à Syène que l'arc entre Syène et Alexandrie (au moment du solstice d'été) ». Or on verra plus loin que Syène a été pour Eratosthène un lieu d'observation de la plus haute importance où il a opéré avec une précision particulière et où d'ailleurs il était assez facile de se rendre d'Alexandrie en remontant le Nil. Cléomède y a indiqué des mesures d'ombre au solstice d'hiver (1). Hugo Berger a donné au texte confus de Capella (2) son interprétation exacte en disant : « Il a Syène dans l'esprit et par les mots *cujus umbræ prolixitas æqui-*

d'arrivée le début de l'an 1900 P. C., on devrait déduire de l'observation d'Eratosthène 16°48' ce qui la ramènerait à 23° 34' 31".

1. Voir au chapitre suivant.

2. Capella a confondu l'arc Syène-Méroé avec l'arc Syène-Alexandrie en disant que c'était le premier qui avait servi de base à la mesure de la terre, ce qui est une opinion sans aucun doute erronée. De plus, dans une phrase peu claire, Capella dit que l'ombre du gnomon à l'équinoxe (à Syène probablement) quand on la multiplie par 24 donne la dimension du double du cercle (de l'hémisphère ??) de la scaphé. Berger là-dessus, partant non du nombre 250.000 stades fourni par Cléomède comme résultat direct de l'observation mais du nombre arrondi par Eratosthène soit 232.000 stades, divise ce nombre par 16.800 qui, d'après Eratosthène, est la distance arrondie en stades de Syène à l'équateur. Il trouve ainsi $1/15$ du grand cercle et comme $15 \times 24 = 360$, il en conclut que Capella fournit un témoignage sur une mesure ératosthénienne au gnomon de l'obliquité à 24 degré ou $1/15$ de 360 degrés.

Cet échafaudage est vraiment trop fragile pour résister aux précisions

noctio centri sui aestimatione dimensa, il n'exprime que d'une façon un peu forcée la différence qui s'y produit au gnomon entre l'ombre à l'équinoxe et l'ombre au solstice. » Il y a donc de sérieux indices en faveur d'une détermination personnelle de l'obliquité par Eratosthène au moyen d'observations faites à Syène. Mais cette évaluation n'étant en somme qu'un complément de la mesure de la circonférence terrestre et n'ayant pas été établie par des procédés nouveaux, on s'expliquerait qu'on l'ait admise, à la suite de celle de la terre et en raison de son exactitude, sans croire utile de la décrire en détail, d'autant mieux que sur ce point Pythéas, à Marseille, avait peut-être ouvert la voie (1). Voilà tout ce que permettent de dire les documents et la vraisemblance.

CONCLUSION

L'ensemble des fragments qui viennent d'être examinés ne constitue évidemment qu'une faible partie des développements consacrés à ces divers points par Eratosthène mais ils permettent d'en constater le sens général. Tous ne s'occupent que de mesurer la sphère terrestre et que de la situer dans l'espace. Aucun n'a le caractère d'exposé astronomique général : les éclipses de lune ne sont mentionnées par Macrobie que comme le moyen employé pour établir une comparaison entre la grandeur du soleil et celle de la terre.

Nissen a cependant prétendu tirer une indication contraire d'un passage de Galien (*Institutio logica*, 12, p. 26, Kalbfleisch). Il affirme que ce texte donne sur le contenu du *Traité sur la Mesure de la Terre* les renseignements nécessaires et qu'on peut en conclure qu'Eratosthène y décrivait : 1° la grandeur de l'Equateur, la distance des cercles polaires et du tropique,

de Ptolémée et Théon. Je ferai d'ailleurs remarquer que Berger aurait dû prendre pour dividende 250.000, ce qui lui aurait donné pour quotient 14,88 et non 15.

1. Cf. Cléomède, *op. cit.* (I, c. 7).

l'étendue de la zone polaire, la grandeur et la distance du soleil et de la lune ; 2^o les éclipses totales et partielles de ces astres, les variations dans la durée du jour d'après les différences de latitude et les époques de l'année (art. cité du *Rhein. Mus.*, p. 232). Examinons ce texte. Galien y définit les « syllogismes catégoriques », en disant que ce sont ceux dont on se sert dans les démonstrations où l'on cherche pour une des données quelle est sa grandeur ou sa qualité ou son lieu. Il en cite ensuite des exemples. Celui qu'il emprunte à Eratosthène tient en une phrase qui dit ceci : « chercher si Eratosthène a raisonné juste dans sa démonstration que le plus grand cercle de la terre a 252.000 stades, c'est chercher l'évaluation exacte du cercle ou sa grandeur ou sa mesure, selon le nom qu'on voudra donner à la chose ; il en est de même quand Eratosthène cherche à mesurer en stades les tropiques, les cercles polaires, l'étendue de la zone polaire ». Nous retrouverons ces points dans l'étude des zones. Mais Galien continue ses exemples en les empruntant non plus à Eratosthène mais aux astronomes (ἐξήττηται τοῖς ἀστρονόμοις) et c'est là qu'il parle, par une allusion textuelle au titre de traités comme ceux d'Aristarque et d'Hipparque, de la grandeur et des distances du soleil et de la lune, puis de la description des éclipses et de l'évaluation de la durée du jour d'après les latitudes et les époques de l'année. Ces éléments purement astronomiques ne sauraient donc être introduits sur la foi de Galien dans la Géophysique d'Eratosthène.

Peut-on par des conjectures subjectives essayer de suppléer à ce qui nous manque ? Hugo Berger l'a tenté dans son Histoire. « Simplicius, dans son commentaire du traité d'Aristote sur le ciel a exposé, d'après Ptolémée dit-il, un calcul de la surface et du volume de la sphère, en s'appuyant sur le calcul du rayon de la terre, de la surface du plus grand cercle terrestre ainsi que sur la théorie d'Archimède sur les rapports de la sphère avec le cylindre circonscrit. Il est très vraisemblable qu'Eratosthène, dans son livre des Mesures ou dans sa

Géographie, a effectué un calcul semblable mais nous n'en avons aucun témoignage. » Le mieux n'est-il pas dans ces conditions de s'en tenir simplement à ce que les témoignages permettent d'affirmer, en laissant à l'avenir le soin de les compléter ? Je ferai observer d'ailleurs que, la circonférence terrestre déterminée, des déductions de ce genre n'offraient aucune espèce de difficulté et étaient à la portée de tout le monde.

CHAPITRE IV

LA MESURE DE LA CIRCONFÉRENCE TERRESTRE

1° Introduction

La mesure de la circonférence terrestre par Eratosthène est un fait unique dans l'histoire de l'antiquité : elle diffère en effet profondément de toutes les tentatives analogues qui ont été faites alors. Pour trouver une entreprise comparable à celle-là, il faut aller jusqu'à la détermination d'un degré du méridien, vers 828 P. C., dans les plaines de Mésopotamie, par un groupe d'astronomes arabes sur l'ordre du Khalife Al-Mamoun et jusqu'aux triangulations exécutées au ^{xviii} siècle par l'abbé Picard puis par les deux premiers Cassini et qui aboutirent à la fixation de la longueur de la méridienne fondamentale pour la carte de France, de Dunkerque à Perpignan.

Il n'y a aucune comparaison possible d'une part entre la mesure réellement exécutée par Eratosthène, avec l'aide de données précises réunies ou observées par lui, et d'autre part les évaluations diverses qu'on rencontre d'Aristote à Ptolémée. Avant Eratosthène on connaît deux définitions théoriques du « contour » de la terre. La plus ancienne est attribuée par Simplicius (*In cælo*, p. 134 B) à Aristote, au cours d'un développement sur la petitesse de la terre : « ceux d'entre les mathématiciens qui essayent de calculer la grandeur de la périphérie disent qu'elle peut aller jusqu'à 40 myriades de stades. D'où il faut conclure non seulement que le volume de la terre a nécessairement une forme

sphérique mais encore qu'il n'est pas considérable par rapport à la grandeur des autres astres ». Et c'est pour renforcer ce raisonnement qu'Aristote ajoute que les mathématiciens ont dit le soleil 170 fois plus grand que la terre. Tannery « n'hésite pas » à attribuer à Eudoxe le nombre cité par Aristote et il croit « incontestable » qu'il a été obtenu en estimant au gnomon la longueur d'un arc du méridien entre les ports de Cnide et de Cyzique puis en évaluant, d'après la durée de la navigation, l'espace réel auquel il correspondait. C'est une pure supposition subjective. On sait seulement que c'est là l'évaluation la plus ancienne et qu'Aristote ne parle pas d'autre chose que d'une estimation approximative « pouvant aller jusqu'à 400.000 stades » ; il semble vouloir uniquement fixer une limite que la grandeur de la terre ne saurait dépasser. Simplicius ajoute d'ailleurs un peu plus bas : « Peut être aussi Aristote n'admet-il pas cette mesure comme exacte. Mais il n'en a pris que ce qu'il fallait pour montrer que la terre n'était pas bien grande, puisqu'elle n'arrivait qu'à cette dimension. » La seconde indication vient d'Archimède : « Vous n'ignorez pas, dit-il, que l'on a tenté de prouver que le périmètre de la terre est seulement de 30 myriades de stades. » Quelle que soit l'interprétation qu'on donne (1) à cette allusion à une évaluation inconnue, on ne saurait y voir la trace d'une véritable mesure de la circonférence du globe. C'est avec Eratosthène que naît l'emploi des termes géométriques exacts et qu'on entend parler de calcul du plus grand cercle ou du méridien ou de l'équateur ; c'est aussi avec lui seul qu'apparaît la mesure réelle, exécutée avec soin sur le terrain, de la longueur correspondant à un arc rigoureuse-

1. Heiberg, *Quæstiones Archimedæ*, Copenhague, 1879, in-8°. Bibl. Nat. 8° V 3460, y voit (p. 202) une interprétation par Archimède de la mesure d'Eratosthène. Tannery, *Recherches sur l'histoire de l'astronomie hellène*, p. 111-113, imagine une théorie compliquée pour rapprocher ce texte du passage de Cléomède sur l'impossibilité que la terre soit plane et il y retrouve l'inspiration d'Aristarque de Samos... ou d'un adversaire de Démocrite.

ment délimité. Après lui on s'est cantonné dans l'abstraction géométrique, en l'illustrant tout au plus d'applications géographiques à l'exactitude desquelles on n'attachait pas grande importance. On semble, dit Delambre, se borner à imaginer un moyen et à donner comme une chose réellement exécutée le plan qu'on s'est fait. « L'exposition par Cléomède du mode d'évaluation de Posidonius, dit Tannery, laisse douter si le savant stoïcien avait eu réellement la prétention de corriger Eratosthène ou avait seulement voulu indiquer un nouveau procédé pour déterminer les différences de latitude... Il semble donc que Posidonius se soit seulement proposé de donner un exemple numérique de l'application de son procédé ». Ce dédain de la réalité (1) éclate d'ailleurs dans l'indifférence avec laquelle Posidonius a adopté pour la circonférence terrestre deux solutions qui viennent de deux évaluations très différentes de la même base géographique : selon Cléomède il a trouvé 240.000 stades en estimant d'après les journées de navigation la distance de Rhodes-Alexandrie à 5.000 stades; mais Strabon nous apprend qu'il a été de ceux qui ont adopté « les mesures qui diminuaient le plus l'étendue de la terre » et qu'il a adopté 180.000 stades qui correspondent à la mesure au gnomon établie par Eratosthène et qui donne pour Rhodes-Alexandrie 3.750 stades. On ignore pourquoi Marin de Tyr a plus tard repris cette seconde évaluation de Posidonius : est-ce sur la foi de la réputation dont jouissait alors le savant stoïcien ? En tout cas il a refait sa carte d'après cette mesure. Ptolémée, qui a gardé l'estimatoir de Marin, a poussé le système à l'extrême en en tirant un stade artificiel de 500 au degré avec lequel il a volontairement confondu, sans le moindre souci des faits, toutes les données exprimées en stades (2). Tannery, qui a cherché la

1. Cléomède en donne un exemple significatif en disant que le procédé d'Eratosthène, tiré d'une démonstration géométrique, paraît avoir quelque chose de moins certain que celui de Posidonius.

2. Vivien de Saint-Martin appelait ce procédé antiscientifique « dénaturer les matériaux pour les plier à un système absurde ».

cause de cette attitude surprenante, croit la voir surtout dans le fait que Ptolémée trouvait une relation facile entre le mille romain et son stade théorique. Ainsi depuis Eratosthène, il n'a plus été question de vérifier le module sur lequel reposaient les énoncés de la grosseur de la terre. Ceux qui se préoccupaient de géographie pratique gardaient la mesure déterminée par lui ; ceux qu'intéressait surtout la mathématique visaient seulement à établir le bien-fondé astronomique de leur méthode : « le côté pratique était laissé de côté... toute l'attention étant cantonnée sur la démonstration » (Tannery). Leur esprit se contentait d'une certaine proportion indiquée d'une manière générale entre un stade et le pourtour du globe, sans se mettre beaucoup en peine de la dimension absolue que représentaient ces chiffres.

Il n'y a donc aucune exagération à dire que l'antiquité n'a connu qu'une seule mesure vraie de la terre, celle d'Eratosthène, et que sa mesure marque l'apogée de l'esprit scientifique ancien dans le domaine géographique, qui est celui des réalités. Son effort a eu sur ce point un retentissement tel qu'il n'est pas surprenant que notre documentation soit ici abondante. Elle n'est cependant ni aussi considérable ni surtout aussi sûre qu'on le souhaiterait. L'essentiel vient d'un mathématicien, Cléomède, vulgarisateur clair et médiocre, qui s'est naturellement attaché presque exclusivement dans son manuel astronomique au côté géométrique de l'opération. L'élément qui serait pour nous le plus important, c'est-à-dire les observations et les notions d'ordre expérimental, ne nous est arrivé que par bribes éparses chez des adversaires comme Hipparque ou chez des écrivains qui n'appartiennent ni à la très bonne latinité ni à une élite intellectuelle ; les plus utiles d'entre eux manquent vraiment de culture et parfois de jugement : Plin l'Ancien nous renseigne avec « toute la candeur de son insuffisante intelligence » (Nissen), Cépella avec sa lourdeur de provincial du Bas Empire et « son style barbare de Carthaginois » (Delambre). Le nombre des fragments

recueillis par Hugo Berger ne doit pas faire illusion. Les deux tiers viennent d'auteurs qui rappellent seulement le résultat obtenu ; parmi eux deux (Marcien d'Héraclée et Hippolyte) ont défiguré le nombre au point de rendre leur contribution inintelligible (1) et la majorité de ces textes date du Bas-Empire ou du moyen âge. Ils ne s'accordent même pas entre eux : trois suivent la tradition de Cléomède et disent 250.000 stades ; le reste répète la donnée de Vitruve et Strabon et dit 252.000 stades ou la traduit, d'après Pline et peut-être à tort, en milles romains à raison de 8 stades au mille : aucun d'ailleurs n'explique la raison de la différence qui existe entre les deux appréciations. Au total Cléomède constitue le pivot de notre information ; Vitruve, Strabon, Pline et Capella fournissent les détails complémentaires. Malgré les apparences favorables les lacunes sont encore nombreuses, sérieuses et sur bien des points insurmontables. Tous les fragments, sauf un, se trouvent chez Hugo Berger (II B).

Cette partie fondamentale de la géophysique a été tellement obscurcie par les commentateurs et surtout par leurs discussions sur la valeur du stade employé par Eratosthène qu'il importe de définir le point de vue auquel sera placé le présent travail. Il vise uniquement à retrouver et à replacer dans son milieu la pensée ératosthénienne ; le problème métrologique n'interviendra donc qu'à titre complémentaire et accessoirement. On n'envisagera la question que d'après les seuls documents, c'est-à-dire en éliminant le plus totalement possible de leur critique les hypothèses des commentateurs, dont les idées ont été déjà définies.

1. Les commentateurs se sont naturellement ingéniés à interpréter ces textes. Celui d'Hippolyte dans sa *Réfutation de toutes les hérésies* (II B 13) n'a provoqué que quelques rectifications de lecture : il ajoute au nombre 25 myriades un nombre 543 si étrange qu'on n'y a prêté aucune attention. La donnée de Marcien d'Héraclée a provoqué de nombreuses corrections et quelques discussions. Letronne a remplacé 9.200 (900) par 2 (3). Gosselin a gardé le chiffre pour s'en servir d'argument pour sa théorie de la divisibilité en degrés, etc. Je ne vois pas l'utilité de pareilles tentatives.

La mesure de la circonférence terrestre par Eratosthène comporte trois opérations distinctes : 1° la détermination par rapport au méridien total d'un arc nettement localisé et assez court ($1/50$ du grand cercle, correspondant exactement dans notre notation actuelle à $7^{\circ} 12'$) ; 2° la mesure réelle (mais par approximation) sur le terrain de la longueur correspondant à cet arc ; 3° le calcul qui est résultat de la comparaison de ces deux éléments. De ce que ces opérations sont logiquement successives il ne faudrait pas conclure qu'Eratosthène les ait nécessairement poursuivies l'une après l'autre jusqu'à épuisement de chacune. Il est évident, et de nombreuses indications le confirment, qu'en réalité Eratosthène a réuni un ensemble considérable d'observations de divers ordres et de diverses provenances, qu'il les a comparées et contrôlées les unes par les autres : les conceptions claires qu'il nous a léguées sont le fruit de longs tâtonnements et de préparatifs qui, dans la pratique, se sont combinés et sans doute éclairés les uns par les autres. Ce que nous possédons est en somme le résultat final de chaque opération ; mais si nous n'avons ainsi plus guère que le plan général, avec quelques débris de détails d'exécution, il ne s'ensuit pas que la Minerve soit sortie tout armée de la tête d'Eratosthène. D'autre part s'il a fallu du temps et de nombreuses informations, il a fallu aussi des collaborateurs qu'un homme réduit à ses seules ressources n'aurait pas pu se procurer : le Musée et les Bibliothèques d'Alexandrie, l'appui officiel des Ptolémées ont été des conditions indispensables au succès. Si l'on peut admettre que, pour les mesures astronomiques exécutées à Alexandrie, Rhodes ou Syène, Eratosthène a été capable d'opérer lui-même, il est peu vraisemblable qu'il se soit contenté d'opérer seul. En tout cas pour les autres et surtout pour celles accomplies sur le terrain, de Syène à Alexandrie, il aurait été impuissant à atteindre une telle sûreté sans le concours de l'administration royale égyptienne. Je pense même que c'est parce que ses successeurs n'ont

pas eu la chance de disposer de semblables concours qu'aucun d'eux n'a tenté de recommencer les observations précises qui sont à la base de son œuvre et que tous les ont acceptées « comme les plus exactement déterminées », pour employer le mot d'un ennemi d'Eratosthène, Hipparque.

2° La mesure d'un arc de méridien

Il y a accord unanime sur la nature de la méthode employée par Eratosthène : c'est « par des calculs mathématiques et des méthodes géométriques » (Vitruve), par une démonstration géométrique (Cléomède), par un procédé géométrique (Censorinus), qu'il est arrivé à ses fins. Il était ainsi dans la tradition de la science grecque et en particulier de la science alexandrine. Mais sa tentative a eu un très grand caractère d'originalité. Bien que nous ne puissions pas en déterminer les auteurs ni les détails, il est constant qu'avant Eratosthène il y a eu des essais de mesure d'un arc de méridien. A la suite de tâtonnements qui nous échappent, une tradition ferme s'était établie, dont Dicéarque a été l'écho dans son diaphragme de largeur de la terre habitée. Vers la fin du iv^e siècle il était admis que Syène, Rhodes et les deux villes nouvelles d'Alexandrie et de Lysimachie étaient sous un même méridien et qu'entre les deux points extrêmes, Syène et Lysimachie, était intercepté un arc qui correspondait sur la sphère céleste à $1/15$ de grand cercle, c'est-à-dire au côté du pentédécagone inscrit. La description de cette conception a été conservée par Cléomède (1) à propos d'une démonstration de l'impossibilité de considérer la terre comme plane. Ce fait, joint à l'indication $1/15$, rend tout à fait probable que le

1. « A Lysimachie, la tête du Dragon passe au zénith tandis que c'est le Cancer qui surplombe à Syène. Dès lors l'arc compris entre le Dragon et le Cancer est $1/15$ du méridien céleste comme on peut le prouver par l'observation des ombres. » Cléomède ajoute : « l'intervalle ou 20.000 stades est la distance de Syène à Lysimachie. »

système remonte assez loin, et vraisemblablement au moins à Eudoxe, et que des observations au gnomon exécutées au moment de la fondation des deux villes d'Alexandrie et Lysimachie (331 et 309 A. C.) en ont provoqué une adaptation nouvelle. Or le procédé astronomique employé était par essence peu sûr et l'appréciation de distances qu'on y ajouta était obtenue très grossièrement. Les évaluations dans le ciel étaient opérées à l'aide d'instruments rudimentaires et au moyen d'observations zénithales sans grande précision ; les évaluations sur terre étaient données à l'estime et en jours de marche ou de navigation comptés en gros à un certain nombre de stades chacun. Les premières, par comparaison avec nos déterminations en degrés, comporteraient une erreur de $1/6$ environ ou 8 degrés ; les secondes, par comparaison avec les distances calculées par Eratosthène, une erreur de $2/3$ environ soit de 7.000 stades au moins. C'est d'ailleurs à cette méthode d'observations dans le ciel que les astronomes ont persisté à s'en tenir après Eratosthène. Posidonius l'a reprise en l'appliquant à la mesure par quart de signe du zodiaque de deux hauteurs méridiennes d'une même étoile (1); il ignorait que la réfraction, alors inconnue, faussait son observation dont l'erreur, exprimée en degrés, est de $2^{\circ} 1/6$ en trop sur $7^{\circ} 1/2$. Simplicius a rapporté une méthode qui est évidemment postérieure et qui montre à quel point le souci de la réalité était devenu indifférent en cette matière (2).

1. Rhodes et Alexandrie étant supposées sous le méridien, une étoile de la constellation d'Argo, appelée Canobos jadis et aujourd'hui alpha, est invisible au nord de Rhodes, y apparaît juste sur l'horizon et culmine à Alexandrie à $1/4$ de signe au-dessus. Cléomède trouve la méthode de Posidonius plus simple que celle d'Eratosthène.

2. Il suffit, dit-il, de trouver à la dioptre deux étoiles distantes entre elles de un degré du grand cercle de la sphère des fixes, puis de trouver, toujours à la dioptre, deux lieux qui aient ces étoiles à leur zénith. Il n'y aura plus qu'à mesurer la distance entre ces lieux et on la trouvera de 500 stades (c'est le système de Ptolémée). Quant à passer de cette théorie impeccable à la pratique, Simplicius n'y songe pas et pour cause.

L'originalité d'Eratosthène a été de comprendre l'impossibilité d'arriver ainsi à des mesures serrant de près la réalité (1), et la nécessité de réduire au minimum l'élément astronomique de l'observation. C'est pour cela que, descendant du ciel sur la terre, il s'est adressé au seul astre dont les indications se traduisent d'une manière tangible sur la surface même de notre globe, c'est-à-dire au soleil. C'est pour cela aussi qu'il a cherché une position favorable du soleil qui lui permit de résoudre le problème par une seule et unique observation d'ombre qu'il suffisait de constater avec soin sur un cadran solaire convenablement disposé pour être en état de mesurer la terre. C'est pour cela qu'il a apporté un soin particulier dans la lecture de l'indication ainsi fournie et qu'au lieu de la rapporter à une division théorique en soixantièmes comme celle qui, depuis Aristarque, existait probablement sur la scaphé, il l'a mesurée en elle-même et rapportée directement au demi cercle réel de son cadran hémisphérique, en l'exprimant par une fraction de ce cercle. Ce souci de la réalité accessible est toujours la véritable marque de l'esprit scientifique. Mais à l'époque où vivait Eratosthène et dans la matière qu'il traitait il est, à mon sens, particulièrement à son honneur. Il n'y a pas besoin de longs commentaires pour faire comprendre la merveilleuse simplicité de l'opération ainsi conçue ; il est tout naturel qu'elle provoquât encore trois siècles plus tard les exclamations administratives de Pline ; que l'écho de cette tentative ait retenti dans tout le Moyen Age et que la science moderne se soit tant intéressée à la mesure d'Eratosthène. Il importe seulement de se rappeler qu'elle n'était qu'une des parties, la plus importante du reste, de sa géophysique.

1. « Eratosthène a complètement renoncé à s'aider des positions zénithales. Il doit s'être rendu compte que toutes les améliorations des instruments ne pouvaient suffire à donner à une telle tentative la sûreté nécessaire : c'était là une vue qui dénonçait un progrès très sensible dans les tentatives de résoudre le vieux problème de la mesure de la terre. » (Hugo Berger, *Histoire*. Ch. sur Eratosthène).

L'opération d'Eratosthène est très clairement décrite par Cléomède ; les figures (1 et 2) que je joins à son exposé n'en sont qu'une modeste illustration. Le texte se suffisant à lui-même il n'y a qu'à le citer : j'en marque seulement les parties successives.

I. — « Eratosthène dit que Syène (s) Alexandrie (a) sont sous le même méridien (m). Puisque les méridiens sont les

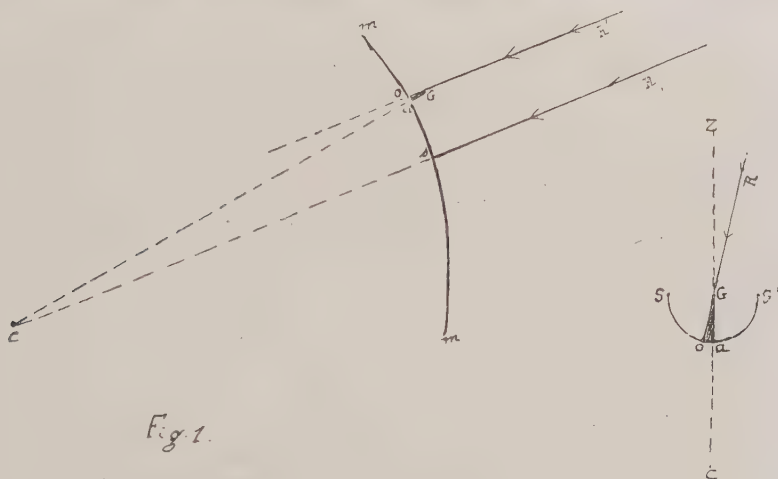


Fig. 1.

Le principe

Fig. 2.

plus grands cercles du monde, il faut nécessairement que les cercles qui leur correspondent soient les plus grands cercles de la terre. Par suite le cercle terrestre qui sera démontré passer par Syène et Alexandrie sera de même grandeur que le plus grand cercle de la terre.

Eratosthène dit d'autre part (et il en est ainsi) que Syène est placé sous le tropique d'été. Donc, lorsque le soleil arrivé dans le Cancer et passant au tropique d'été sera exactement au méridien, les gnomons des cadrans seront nécessairement sans ombre, le soleil se trouvant exactement sur leur verticale. Et le calcul prouve que cela a lieu dans un espace large de 300 stades. Mais à Alexandrie, à la même heure, les

gnomons des cadrans projettent de l'ombre, cette ville étant placée plus au nord que Syène.

Donc, ces deux villes étant placées sous le méridien c'est-à-dire sous le plus grand cercle, si nous traçons un arc partant de l'extrémité (o) de l'ombre du gnomon pour aller à la base même (a) de ce gnomon placé dans le cadran (SS' fig. 2) à Alexandrie, cet arc sera une fraction du plus grand des cercles de la scaphé ; car la scaphé du cadran est placée sous le plus grand cercle.

II. — Imaginons maintenant des droites (ac, sc) traversant la terre et prolongeant chacun des gnomons : elles se rencontreront au centre de la terre. Mais, comme à Syène le cadran se trouve placé par rapport au soleil sous la verticale, quand nous imaginons une droite allant du soleil au sommet du gnomon du cadran, cette droite (Rs) se confond avec celle qui va du soleil au centre de la terre (Rsc). Quand nous imaginons une autre droite allant de l'extrémité de l'ombre du gnomon au soleil en partant de la scaphé d'Alexandrie, cette droite (oGR' fig. 1) et la précédente sont parallèles puisqu'elles réunissent des points du soleil à des points correspondants de la terre.

Or ces parallèles sont coupées par la droite venant du centre de la terre et passant par le gnomon d'Alexandrie (caGZ fig. 2) de sorte qu'elle fait avec elles des angles alternes égaux. De ces angles l'un est formé au centre (c) de la terre à la rencontre des droites qui ont été menées des cadrans au centre de la terre ; l'autre a été formé à la rencontre du sommet (G) du gnomon d'Alexandrie et de la droite menée de l'extrémité de l'ombre du gnomon vers le soleil, en passant par le point où le soleil effleure le gnomon (angle oGa fig. 2). Et la mesure de cet angle est l'arc mené de l'extrémité de l'ombre du gnomon à la base du gnomon (oa) tandis que la mesure de l'angle au centre de la terre est l'arc allant de Syène à Alexandrie (sa).

Par suite les deux arcs sont semblables comme étant inter-

ceptés par des angles égaux. Donc la valeur de l'arc marqué dans la scaphé sur le propre cercle de celle-ci est la même que celle de l'arc allant de Syène à Alexandrie.

III. — Or on trouve que dans la scaphé elle est de $\frac{1}{50}$ du cercle ; il faut donc nécessairement que la distance de Syène à Alexandrie soit $\frac{1}{50}$ du plus grand cercle terrestre. »

On est d'accord pour estimer que Cléomède est ici un écho assez fidèle d'Eratosthène soit par l'intermédiaire de Posidonius, « stoïcien comme lui et représentant très estimé de la Géographie d'Eratosthène » (Hugo Berger) soit directement d'après le texte même du *Traité de la Mesure de la Terre*. Cléomède est en effet un bon auteur de manuel qui semble suivre d'ordinaire d'assez près ses sources. De plus dans son ouvrage sur la *Théorie circulaire des corps célestes* le passage qui vient d'être cité offre une concision, une fermeté et une précision particulières qui se manifestent jusque dans les détails et ne reculent pas devant les répétitions de mots pour arriver à une clarté parfaite. L'exposé de Cléomède fournit donc, fût-il de seconde main, une indication intéressante sur la forme technique donnée par Eratosthène à la synthèse de son opération. Néanmoins s'il rend facile de comprendre le résultat auquel celui-ci est parvenu, il ne renseigne pas sur la manière dont il a été atteint ni sur les détails et les à-côtés de la mesure d'arc. Il nous faut donc chercher des informations ailleurs, c'est-à-dire dans quelques faits disséminés chez différents auteurs, dont certains n'ont malheureusement pas grande envergure scientifique.

On apprend ainsi d'abord qu'Eratosthène ne s'est pas borné à son observation fondamentale mais qu'il l'a soumise au contrôle d'une série de vérifications : aussi, comme la fraction $\frac{1}{50}$ a l'air d'un nombre arrondi, on a pu prétendre qu'elle est seulement la moyenne de l'ensemble des mesures prises.

Cléomède lui-même indique qu'il a été procédé, lors du solstice d'hiver, à une véritable contre-épreuve : « On place, lors du solstice d'hiver, des cadrans dans chacune des deux

viles et tous deux projettent des ombres ; on trouve nécessairement celle d'Alexandrie plus grande puisque cette ville est plus loin du tropique d'hiver. Si l'on détermine l'excès de l'ombre à Alexandrie sur l'ombre à Syène, on trouve que cet excès est de $\frac{1}{50}$ du plus grand des cercles des cadrans » (1). Vitruve d'autre part signale qu'Eratosthène dans ses calculs mathématiques et ses méthodes géométriques s'est servi « de la marche du soleil et des ombres d'un gnomon à l'équinoxe ». Capella, dans un texte obscur mais qui contient quelques détails trop précis pour être négligés, décrit l'opération à la scaphé en parlant de « la longueur de l'ombre du gnomon mesurée à l'équinoxe par rapport à son centre ». Il n'y a donc pas de doute qu'Eratosthène a procédé avec toute la prudence possible et en appliquant, selon les règles de l'*experimentum crucis*, sa découverte aux autres positions caractéristiques prises par le soleil dans sa course. On est fondé d'après Cléomède à dire que ces observations complémentaires ont été exécutées à Syène et à Alexandrie, c'est-à-dire aux deux extrémités de l'arc. Si l'on admet, comme Hugo Berger, que Capella dans son résumé confus « avait Syène dans l'esprit », on aurait une raison de plus de l'affirmer.

Peut-on aller plus loin et avoir quelques aperçus sur le détail de ce qui s'est passé tant à Syène qu'à Alexandrie ?

Pour Alexandrie, le champ des conjectures reste largement ouvert ; mais, si l'on se reporte à ce qui a été dit des conditions de milieu rencontrées en cette ville par Eratosthène, les possibilités peuvent là prendre figure de vraisemblances. Il serait difficile de croire qu'un homme possédant à la cour, au Musée et à la Bibliothèque la situation qu'avait Eratosthène n'ait pas trouvé là des concours autorisés et actifs, notamment à l'observatoire et sur le terrain astronomique. Mais nous n'avons aucun document direct là dessus. Le seul texte utilisable serait la partie du passage de Capella où celui-ci

1. Cléomède ajoute : « et ainsi il devient acquis d'après ce fait que le plus grand cercle de la terre a 250.000 stades. »

décrit la scaphé ; mais il n'apprend rien sur ce qui nous préoccupe.

Par contre, pour Syène, on peut trouver d'intéressantes informations. Syène était depuis longtemps, et sans doute aucun à raison d'observations astronomiques zénithales, considérée comme placée sous le tropique et à une distance de l'équateur égale à l'arc sous tendu par le côté du pentédécagone inscrit soit $\frac{1}{15}$ du grand cercle (ou, en traduisant en degrés, à 24°). Mais il est certain qu'Eratosthène ne s'est pas contenté de cette affirmation traditionnelle et qu'il a voulu la vérifier et la préciser. Pline (II, B. 38 Berger) et Strabon (XVII, 1 §48) (1) en fournissent une première preuve. Pline raconte, sur la foi d'autrui, qu'à Syène « à midi, le jour du solstice il n'y a pas d'ombre et qu'un puits *fait en vue de cette expérience* (2) est éclairé totalement. De là il est évident qu'alors le soleil est au zénith ». Ce passage de Pline ne saurait se rapporter à d'autres qu'à Eratosthène. En effet Pline y signale que le même phénomène se produit à Bérénice et, pour cette ville comme pour Syène, il cite aussitôt les distances en stades qui d'après Eratosthène, séparent l'une d'Alexandrie l'autre de Ptolémaïs (3). Or au livre VI (II, B. 37 Berger) Pline rappelle nommément ce passage, en revenant à propos de Ptolémaïs sur Bérénice où, déclare-t-il en des termes que nous examinerons, Eratosthène a commencé sa célèbre mesure. Ajoutons que la vérification expérimentale de la position de Syène sous le tropique au moyen d'un puits creusé à cet effet n'a pas été mentionnée avant Eratosthène ; elle est tout à fait caractéristique de sa méthode et elle est devenue aussitôt classique.

On pourrait cependant objecter qu'il y avait sûrement des puits à Syène et qu'il a suffi à Eratosthène de regarder ou de faire regarder ce qui s'y passait. Mais Strabon, qui a visité

1. Ce texte de Strabon n'a pas été, à ma connaissance, utilisé ni signalé jusqu'ici.

2. *Factum gratia ejus experimenti.*

3. Les nombres qui expriment ces deux distances sont caractéristiques.

L'Égypte et Syène en touriste, lève cette dernière objection. Après avoir décrit le fameux puits d'Eléphantine qui servait de nilomètre officiel et était confié à des inspecteurs spéciaux, Strabon ajoute : « A Syène on voit le puits célèbre qui sert « de signal pour reconnaître le tropique d'été parce que l'en- « droit même est placé sous le cercle tropical. Pour ceux qui « viennent de mon pays (j'entends de la Grèce d'Asie) vers « le midi c'est ici que pour la première fois le soleil passe au « zénith et supprime l'ombre des gnomons à midi. Il faut « donc qu'étant au zénith il projette ses rayons dans les puits « jusqu'à l'eau, si profonds qu'ils soient, car, comme un « homme debout, les parois des puits ont une direction ver- « ticale ». Il me paraît donc vraiment difficile de contester désormais qu'Eratosthène ait procédé lui-même à Syène à cette vérification expérimentale remarquable et il n'a pu vraisemblablement le faire qu'avec l'appui officiel. La fin du passage de Strabon semblerait même indiquer que les parois du puits étaient rigoureusement verticales et qu'on lui avait donné une profondeur assez grande pour que l'expérience fût significative.

Peut-être ces constatations permettraient-elles de comprendre le texte de Pline déjà cité (II B 37) et qui jusqu'ici n'a été considéré que comme une marque du peu d'intelligence de son auteur. Pline, opposant à une observation faite à Ptolémaïs celle, déjà mentionnée par lui, sur l'absence d'ombre à Bérénice au solstice d'été, ajoute : « c'est de là qu'Eratosthène est parti pour tirer la mesure de la terre, *mensuram terræ prodere inde cœperit* ». On n'a même pas besoin d'imaginer une confusion entre Bérénice et Syène pour constater que le fait retenu est la position sous le tropique et que c'est bien de là (*inde*) qu'Eratosthène est parti pour ses observations : la mesure d'ombre à Alexandrie n'est utile en effet que pour marquer la fin de l'arc dont l'origine est à Syène et d'où part la mesure réelle sur le terrain. N'est-ce pas là d'ailleurs qu'avec raison les précautions ont été accumulées, comme à

la base géodésique ? Le puits en est une ; mais il y en a eu d'autres et le mot de Pline « calcul indiscutable d'ombres » ne saurait paraître une expression sans portée quand on le rapproche de la phrase de Cléomède sur l'absence d'ombre à Syène : « le calcul prouve que cela a lieu dans un espace large de 300 stades » (1). Cette indication précise démontre qu'Eratosthène, bien loin de se contenter d'une vague tradition sur la position de Syène et d'oublier de tenir compte du diamètre apparent du soleil, avait voulu préciser la place exacte du tropique et apprécier la chance d'erreur qui résultait des conditions dans lesquelles il observait. Nous verrons pourquoi il n'a pas cru devoir retenir cette notion des 300 stades. De même, si l'on admet que Capella a fourni un renseignement permettant de conclure à une mesure de l'obliquité de l'écliptique exécutée à Syène, à l'équinoxe, par Eratosthène, le mot *cæperit* de Pline serait plus justifié encore.

Quoiqu'il en soit, on doit considérer comme acquis que la mesure de l'arc de méridien a été accomplie avec une précaution extrême et qu'en particulier sa base initiale, qui était à Syène, a été définie avec une exactitude qui dans son esprit, sinon dans ses moyens, est conforme aux exigences de la science moderne. C'est sans doute pour cela, ainsi que l'a remarqué avec beaucoup d'à propos Hugo Berger, qu'Hipparque a considéré comme exacte la partie de la méthode ératosthénienne consacrée à la détermination du rapport entre l'arc de méridien et le méridien total : non seulement en effet il n'a soulevé contre elle aucune critique, mais encore il l'a expressément approuvée, « en disant qu'elle s'écartait peu de de la vérité » (Strabon).

Restent deux derniers problèmes.

Nous venons de constater que, si Eratosthène a su que sa

1. Le nombre de 300 stades est lui-même une approximation, le diamètre apparent du soleil étant exprimé, même par Archimède, à environ un quart près.

détermination du tropique n'était juste qu'au plus à 300 stades près (c'est-à-dire que le tropique se présentait à lui comme une bande et non comme une ligne), il n'a tenu aucun compte de cette cause d'erreur, notable pourtant à nos yeux. La même difficulté se pose pour sa seconde prémisse : Alexandrie et Syène ont été considérées par lui comme placées sous un méridien, alors que nous savons qu'il n'en est pas ainsi. Eratosthène l'a-t-il su aussi ?

Il me paraît difficile d'en douter. Sans doute l'accord s'est établi sans résistance entre les divers géographes de l'antiquité pour admettre que, de Syène à la mer, le Nil coulait du Nord au Sud et que son tracé figurait un méridien. Strabon lui-même, qui a pourtant visité le pays, l'affirme pour son compte sans restriction (XVII, 1 § 2 et 4). « L'Egypte, dit-il, n'a qu'un seul fleuve, le Nil, qui l'arrose toute entière et en ligne droite depuis la petite cataracte sise au-dessus de Syène jusqu'aux bouches par lesquelles il se déverse dans la mer... A partir des frontières de l'Ethiopie le Nil coule droit au Nord jusqu'au lieu appelé Delta. » Et Strabon ajoute que c'est là où se trouve le sommet du triangle dont cette lettre est le symbole et dont les branches divergent à l'Ouest et à l'Est. Même au cas où Eratosthène aurait adopté à la lettre cette opinion traditionnelle il n'aurait pas pu ignorer qu'Alexandrie était située à l'Ouest du cours ainsi délimité et de la bifurcation occidentale ou Canopique. Mais il y a mieux. Strabon (II, 5 § 7), s'appuyant sur l'autorité d'Hipparque d'accord sur ce point avec Eratosthène, reconnaît que « le méridien de Syène suit *à peu près* le cours du Nil » (μάλιστα γράφεται διὰ τῆς ῥύσεως). De plus il nous a conservé (XVII, 1 § 1) la description du cours du Nil par Eratosthène, laquelle est remarquable par sa précision. Or il y est dit que dans cette descente vers le Nord le Nil *fait un détour vers l'Est*. Il n'y a donc aucune raison de douter que là encore ce soit consciemment qu'Eratosthène ait parlé par approximation. Mais, si l'on remarque que Strabon reconnaît que de Syène au Delta

la vallée du Nil « offre rarement une largeur de 300 stades », on constate qu'Eratosthène a dû croire inutile de distinguer entre le couloir du fleuve et l'axe de son lit. Il se contente de la même approximation pour les deux prémisses de son raisonnement. Et comme Hipparque ne trouve rien à dire à ce procédé, lui si prompt à chicaner sur les évaluations faites à propos des sphragides, c'est qu'il le jugeait, lui aussi, suffisant.

Ainsi se trouve défini par un premier exemple la conception, beaucoup moins serrée que la nôtre, qu'avaient les anciens de l'exactitude indispensable dans ce qu'on considérerait comme des mesures géographiques de précision. Si l'on applique d'ailleurs à l'appréciation de ce cas particulier nos méthodes modernes on constate que les erreurs ainsi commises étaient relativement faibles et l'on comprend qu'Eratosthène et les gens de son temps aient pu les considérer comme négligeables (1).

Une question analogue se pose à propos du parallélisme absolu attribué par Eratosthène à tous les rayons, qu'ils viennent du centre ou du bord du disque solaire. C'est là une affirmation inexacte mais qui le paraissait moins dans l'antiquité où le soleil était considéré comme moins gros qu'aujourd'hui. Néanmoins si Eratosthène s'est borné à mesurer l'ombre dans la scaphé il a évidemment obtenu un résultat un peu trop grand. Riccioli considérerait cette erreur comme négligeable. Nous n'avons aucune raison de ne pas croire qu'Eratosthène en a fait autant. En effet Cléomède a dit : « Les rayons visuels menés de tous les points de la terre au soleil sont parallèles. C'est la supposition des géomètres

1. L'erreur qui résulte du fait de placer Syène et Alexandrie sous le même méridien a été, depuis Petrus Nonius, examinée un très grand nombre de fois mais d'ordinaire en supposant plane la surface terrestre. La dernière expression de cette méthode se trouve dans la *Géographie mathématique* de Bouasse p. 232. « La ligne Alexandrie-Assouan fait 19° envi-

et près du zénith surtout la différence est insensible ». D'autre part la mesure du diamètre apparent avait été déjà donnée par Aristote et Archimède, au temps même d'Eratosthène, venait d'en trouver une nouvelle détermination, très approximative d'ailleurs. Il paraît donc incontestable que, si Eratosthène a maintenu dans son raisonnement le parallélisme de tous les rayons solaires, c'est que l'erreur qu'elle impliquait et dont il connaissait l'existence lui semblait négligeable.

La première opération de la mesure ératosthénienne apparaît donc comme dénotant un esprit scientifique élevé et comme exécutée dans des conditions de véritable probité expérimentale. Peut-être ces préoccupations ont-elles été poussées plus loin encore que ne l'indique une simple étude de la mesure elle-même. Dans les latitudes qui ont servi à Eratosthène pour l'établissement de sa carte de la terre habitée

ron avec les méridiens. Mais l'erreur qui résulte de l'hypothèse est relativement insignifiante : $\cos. 49^\circ = 0,946$. »

On devrait, pour être exact, ne pas oublier qu'il s'agit en réalité de triangles sphériques. Riccioli l'avait compris ; mais son calcul étant ancien, je crois utile de le refaire. En ce cas les coordonnées géographiques des deux villes sont :

Alexandrie longitude est $27^\circ 31'$, latitude nord $31^\circ 42'$.

Syène longitude est $30^\circ 35'$, latitude nord $24^\circ 5'$.

Il y a donc réellement entre les deux villes une différence de $3^\circ 4'$ en longitude et de $7^\circ 7'$ en latitude.

Le problème revient à calculer l'arc de grand cercle AS (fig. 3).

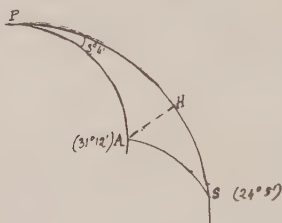


Fig. 3.

L'erreur sur le méridien.

Sans entrer dans le détail du calcul, on trouve que l'arc de grand cercle AH, normal au méridien PS, a $2^\circ 37' 22''$; que l'arc PH a $58^\circ 48' 50''$ et que l'arc AS a $7^\circ 36'$ par défaut et $7^\circ 37'$ par excès.

En conséquence entre les parallèles de Syène et d'Alexandrie il y a un arc de méridien égal à $7^\circ 7'$ ou $427'$. Entre les deux villes l'arc de grand cercle est $7^\circ 36'$ ou $456'$. Substituer l'un à l'autre introduit une erreur de $29'$ soit une erreur relative de $29/427 < 0,07$ et égale exactement à $0,0674$.

on remarque que seules les deux stations qui touchent à l'arc Syène-Alexandrie ne sont pas exprimées en nombres arrondis. Rhodes est placée, après une discussion dont Strabon a gardé le souvenir (II 1 § 24) à 3.750 stades d'Alexandrie et cette observation est donnée comme ayant été faite par Eratosthène au gnomon. D'autre part pour Méroé Hipparque nous apprend que sa latitude avait été déterminée par Philon qui, à la suite de son voyage en Ethiopie, avait donné pour cette ville les mesures de l'ombre au gnomon tant pour l'équinoxe que pour le solstice et il ajoute qu'Eratosthène sur ce point s'accorde presque tout à fait (ἔγγιστα συμφωνεῖν) avec lui : il faut donc admettre, sinon une observation directe d'Eratosthène à Méroé, du moins un contrôle et une vérification sérieuse des données apportées par cet explorateur officiel (1). Cette distance peut, d'après Pline, avoir été tirée par Philon de ses observations astronomiques sur deux villes de la côte du golfe Arabique, Ptolémaïs et Bérénice, qu'on aurait, sur la foi de renseignements que nous ne connaissons pas, supposé placées à la même latitude que Méroé et que Syène : c'est l'hypothèse de Hugo Berger. Cependant Hipparque, cité par Strabon, bien qu'il connût la qualité de marin de Philon, déclare que celui-ci avait fait à Méroé des observations au gnomon. Mais qu'on admette ou non que l'amiral Philon ait navigué sur le Nil comme sur la mer Rouge, personne ne conteste qu'Eratosthène ait évalué à 4.820 stades la distance Bérénice-Ptolémaïs, considérée comme égale à celle de Syène à Méroé. Sans aller jusqu'à prétendre qu'Eratosthène est venu à Ptolémaïs, ce qui n'aurait rien d'impossible, il est clair qu'il a apporté une attention particulière à l'évaluation des deux arcs qui prolongeaient immédiatement son arc

1. Philon fut l'amiral de la flotte du premier Ptolémée; il explora la mer Rouge et son ouvrage sur l'Ethiopie restait l'autorité fondamentale sur ce pays. On sait que son successeur Timosthène, amiral du second Ptolémée, a exploré la Méditerranée et laissé sur les ports un ouvrage que Marcien d'Héraclée a accusé Eratosthène d'avoir copié.

fondamental et qu'il n'a pu le faire sans en tirer par recoupement des vérifications pour les observations accomplies à Syène et à Alexandrie.

Quand on a ainsi reconstitué la première opération de la mesure ératosthénienne, on ne saurait s'empêcher de s'incliner devant le savant qui, plus de deux cents ans avant notre ère, a donné un tel exemple à une postérité qui fut souvent aveugle et vraiment trop lente à lui rendre pleinement justice.

3° La mesure de la distance Syène-Alexandrie

La seconde partie de la mesure ératosthénienne a consisté à évaluer sur le terrain, aussi exactement que possible, la distance rectiligne qui séparait les deux points extrêmes de l'arc de $1/50$ du grand cercle, c'est-à-dire les deux villes de Syène et Alexandrie. En effet, cette opération ayant dans l'esprit même de son auteur un caractère approximatif que personne ne conteste, il ne semble pas qu'on se soit préoccupé de tenir compte de la position réelle du lieu d'observation à l'intérieur de chacune de ces cités.

Les sources sont ici tout à fait insuffisantes : elles ne renseignent que sur le résultat final, qui est un nombre arrondi, et sur l'exactitude qu'on lui a reconnue dans toute l'antiquité. Cléomède dit seulement que la distance Syène-Alexandrie, qui vaut $1/50$ du grand cercle, a été trouvée égale à 5.000 stades et, à propos de la contre épreuve faite au solstice d'hiver, il répète l'affirmation sous une autre forme : « on trouve $1/50$ du plus grand cercle des cadrans. Ainsi il devient clair par là encore que le plus grand cercle est de 250.000 stades ». Hipparque a adressé à Eratosthène une critique de principe pour toutes ses mesures (1) : il lui reproche d'avoir eu recours à un trop grand nombre de procédés qui n'étaient pas purement mathématiques et dont l'emploi ren-

1. Son point de vue, étroitement mathématique, est élucidé avec un réel bonheur par H.-Berger dans ses *Fragments géographiques d'Hipparque*.

daît illusoire la prétention du système à une exactitude mathématique. Mais, s'il est amené ainsi à déclarer théoriquement inexacte en elle-même la mesure de distance exécutée par Eratosthène, il la conserve en pratique ; il considère les résultats obtenus par lui comme égaux au point de vue de l'exactitude à ceux de ses propres travaux. Des citations de Strabon le prouvent : Hipparque en effet (II B 14 et 15) déclare à deux reprises que quand il a voulu déterminer les apparences célestes pour chaque lieu, il s'est servi des distances marquées par Eratosthène sur son arc de méridien Méroé-Alexandrie-Rhodes parce qu'elles s'écartent très peu de la vérité. Strabon ajoute (II B 16) que, si l'on admet les données d'Eratosthène, la table des apparences célestes établie par Hipparque ne subirait, même degré par degré, aucun changement appréciable : aussi Hipparque se borne-t-il à traduire la mesure d'Eratosthène en degrés, ce qui lui donne 700 stades au degré (1). On a donc le droit de dire que dans l'antiquité la détermination de la distance rectiligne Syène-Alexandrie, d'où dérive celle de la circonférence entière, a joui d'une confiance et d'une renommée équivalentes à celles dont a bénéficié la première opération et bien qu'elle fût, au su de tout le monde, tirée d'approximations variées et exprimée en un nombre arrondi (2).

Cependant, s'il y a accord parfait sur le résultat final,

1. C'est sous cette forme, c'est-à-dire par une dénaturation de la pensée vraiment géographique d'Eratosthène, qu'apparaît pour la première fois dans l'histoire de la géographie, l'idée d'un stade exprimé en parties aliquotes de la circonférence. Ptolémée l'a reprise en changeant simplement 700 en 300.

Que de dissertations oiseuses auraient évitées les commentateurs d'Eratosthène s'ils avaient tenu compte de cette observation !

2. Lorsque Posidonius a voulu prendre des exemples de la nouvelle méthode astronomique qu'il proposait pour l'évaluation d'un arc de méridien, il est parti pour la distance Alexandrie-Rhodes d'abord de la donnée courante (5.000 stades) puis d'une mesure ératosthénienne (3.750 stades). Et c'est au résultat tiré de cette dernière (180.000 stades au lieu de 240.000) que, d'après Strabon, il s'est définitivement arrêté.

il n'existe presque absolument aucune information sur la manière dont il a été obtenu. Un mot de Capella fait connaître l'aide apportée à Eratosthène pour ses appréciations de distance par les « mesureurs royaux », mais c'est à propos de la distance complémentaire Syène-Méroé, pour laquelle on déclare qu'il a pris leurs chiffres. On peut tirer une vague indication analogue du fait que les divisions géométriques de la terre habitée imaginées par Eratosthène ont été désignées par lui sous le nom de sphragides ; or ce mot est le terme technique officiel employé par l'administration royale égyptienne pour les parcelles du cadastre général déposées dans les bureaux des comogrammates et des topogrammates (1). D'autre part deux textes, l'un difficile à interpréter, l'autre trop peu certain en ce qui touche Eratosthène pour être retenu, (Pliné et Tabulæ Julæ Ascalonitæ, II B 43 et 44) attribuent au stade, d'après Eratosthène, une valeur déterminée par rapport au schène égyptien et au « mille ». Et c'est tout.

La nature même des documents contraint donc à recourir à des informations indirectes, c'est-à-dire à chercher des conjectures dans l'étude des milieux égyptiens où Eratosthène a vécu et des systèmes métriques alors en usage. Mais, si les travaux sur l'Égypte ptolémaïque sont assez avancés pour permettre de grandes vraisemblances, la métrologie grecque est encore assez incertaine (2) pour la période anté-

1. Bouché-Leclercq (t. III, p. 293) voit dans les sphragides une fraction du cadastre général, analogue à celle qui se trouve à la disposition du public dans nos communes. Wilcken se demande si elles ne seraient pas seulement des catégories de terrains taxés au même tarif, ce dont pour ma part je doute. Mais en tout cas sur le caractère administratif du mot il n'y a aucun doute.

2. « En réalité les études métrologiques ont commencé assez tard dans l'antiquité et des confusions ou erreurs graves sont restées possibles dans toute la période classique. Ce qui nous reste des ouvrages originaux de la décadence est peu de chose et consiste, surtout chez les Grecs, en extraits plus ou moins informes, où apparaît, en même temps que le

rieure à Héron (1) et le problème du stade géographique s'y présente un peu comme celui de la quadrature du cercle (2). Il est d'ailleurs compliqué par les théories qu'en ont données l'école française au XVIII^e siècle et l'école germanique de la fin du XIX^e. Il faudrait des volumes pour les exposer et les critiquer et les conclusions qu'on obtiendrait n'atteindraient en somme Eratosthène que par ricochet. Je rappellerai seulement que d'Anville a donné dans son *Traité sur les mesures itinéraires* une courte bibliographie des ouvrages essentiels pour son temps et que la bibliographie la plus complète se trouve chez Hultsch (3) et contient tous les livres essentiels.

Fidèle à l'esprit général du présent travail j'essayerai seulement de définir la méthode employée par Eratosthène et d'exposer la solution métrologique la plus vraisemblable. En l'état actuel de notre documentation on ne saurait faire davantage et d'ailleurs on arrive ainsi à de réelles probabilités.

A défaut de documents suffisants, il y a, pour le procédé d'évaluation de la distance Syène-Alexandrie des indications

besoin de faire connaître les changements qui s'introduisirent, surtout dans le système monétaire, le but d'expliquer la métrologie des Livres Saints » (P. Tannery art. Mensura dans Daremberg et Saglio).

1. La tradition fait, ainsi que je l'ai dit, de Héron presque un contemporain d'Eratosthène. Depuis la découverte de son ouvrage, on s'est demandé s'il ne serait pas contemporain du I^{er} siècle de l'Empire romain. Je reste pour ma part, avec Berger et Susemihl, fidèle à la tradition.

2. La polémique entre Grenfell et Révillout à propos de la définition exacte du « talent » se présente tant soit peu sous le même aspect. Et l'on pourrait, à propos d'estimations plus récentes au mille, trouver des difficultés analogues à propos de cette unité de mesure. D'une manière générale, il faut, si l'on veut s'approcher de la vérité, ne pas apporter dans ces questions un désir d'assimilation absolue à nos systèmes et à nos unités métriques actuelles.

3. A mon avis les érudits qui sont, pour notre sujet, dans la voie la plus sûre, malgré des erreurs sur certains points, sont d'Anville, Hultsch et Tannery, qui d'ailleurs se complètent en ce qui nous touche plus qu'ils ne se contredisent. La bibliographie de Hultsch est dans sa *Métrologie*. Les prolégomènes de ses *Metrolagicorum scriptorum reliquiæ* ont un peu vieilli mais sont toujours précieux à consulter.

indirectes qui constituent de sérieux commencements de preuves. L'étude du milieu égyptien où a vécu Eratosthène rend certain que celui-ci y a trouvé des matériaux et des concours précieux. C'est déjà en ce sens que Hugo Berger pensait qu'il fallait orienter les recherches quand il disait que « la question de l'unité utilisée pour la mesure devrait être examinée non seulement dans les fragments¹ qui ont un sens mais encore en vue d'établir la méthode suivie par Eratosthène, *méthode qui est encore à déterminer* ; en effet on peut d'après cette méthode trouver la limite de l'exactitude à laquelle étaient soumis ses éléments de calcul et ses opérations ». C'est en m'inspirant de cette suggestion que je présente les idées suivantes.

Le cours du Nil, de Syène au delta, était considéré traditionnellement comme dirigé droit vers le Nord ; sa légère déviation vers l'est et la position excentrique d'Alexandrie par rapport au delta n'empêchaient pas Eratosthène de considérer les deux villes comme placées sous le même méridien. La distance à mesurer se présentait ainsi comme appuyée sur une sorte de base naturelle, unique dans le monde connu des anciens, et infiniment supérieure à des navigations présumées rectilignes entre deux ports, eussent-elles été le fruit d'une longue expérience. Le cours du Nil était une réalité fixe et tangible, susceptible d'une mesure réelle. D'autre part la navigation sur le fleuve fournissait un nouvel élément favorable : les étapes de halage y étaient connues et, si les relais étaient déterminés d'après les difficultés pratiques de traction, c'est-à-dire plus courts dans la haute Egypte que dans la Basse, chacun d'eux, désigné par le nom de la corde qui servait à trainer les bateaux (schène) n'en était pas moins connu avec précision (1). Une évaluation de la longueur du

1. Strabon (XVII 1 § 24) a constaté que les gens du pays, dans les indications de distance qu'ils lui donnaient, employaient des schènes de différentes longueurs, correspondant évidemment aux usages locaux et pouvant aller jusqu'à 40 stades et plus. Il emprunte à l'ennemi d'Era-

cours du fleuve au moyen des schènes était très possible. Dans un pays où routes et voies d'eau appartenaient à l'Etat et où leur utilisation servait de base à des taxes il est probable que les règlements administratifs apportaient ici des précisions et avaient donné au schène une valeur fixe officielle. L'Egypte était de plus, et depuis des siècles, un pays où toutes les terres étaient soumises à de rigoureuses opérations officielles d'arpentage, exécutées et révisées par une fiscalité paperassière dont les plans et les statistiques étaient conservés avec soin dans les bureaux des divers échelons administratifs et centralisés notamment au chef-lieu de chaque nome par un véritable directeur des finances et du cadastre, le basilicogrammate (1). La papyrologie a retrouvé des textes et des plans caractéristiques à ce sujet (2). Une personnalité influente pouvait donc obtenir de ce côté des précisions et des moyens de contrôle.

Enfin en Egypte comme dans tous les pays hellénisés, les routes (et probablement aussi les voies d'eau) avaient été mesurées depuis la conquête grecque par ces arpenteurs professionnels, spécialisés dans l'évaluation des distances itinéraires, et qu'on appelait les compteurs de pas ou bématistes. Il importe de préciser ce point. Les Grecs, qui n'avaient pas d'horloges portatives, ne pouvaient songer à prendre ici comme unité fondamentale la longueur parcourue par un

tosthène, Artémidore, diverses indications précises destinées à démontrer que la mesure du schène ne correspond à rien de fixe ; il donne 120 stades pour le schène employé de Memphis à Thèbes et 60 pour celui en usage de Thèbes à Syène ; il donne 30 stades pour les schènes dont on se sert dans les canaux sans courant du Delta. Mais il suffirait de trouver une commune mesure à des éléments de ce genre pour arriver à des chiffres précis.

1. « Le cadastre était l'œuvre capitale de l'administration et l'objet de ses constantes préoccupations. Du haut en bas de l'échelle hiérarchique tous les fonctionnaires travaillaient à faire de ce régulateur universel de la machine fiscale une image parfaite du pays » (Bouché-Leclercq, t. III, *loc. cit.*).

2. Je croirais abuser en citant ici des exemples.

mobile pendant une fraction précise du temps. Ils ont été réduits à des approximations empiriques qui furent d'abord assez grossières. Hérodote par exemple estimait une distance en journées de marche ou de navigation et pour les premières comptait 200 stades ou 150 selon qu'il s'agissait d'un voyageur ou d'une colonne de troupes. Selon la remarque judicieuse de Tannery « le stade n'est plus pour lui qu'une fraction convenue d'une étape et sa valeur effective pouvait tomber de près d'un quart au-dessous de sa valeur légale ». Cette dernière, usitée toujours pour les mesures exactes, comme celles d'un édifice ou d'un champ de courses, était généralement considérée comme égale en principe à celle de la piste pédestre, d'Olympie (192 m. 27) ou de Delphes (177 m. 53), composées toutes deux d'un même nombre de pieds (600) et ne différant que par la longueur attribuée à cette mesure fondamentale (pied moyen à Delphes, pied d'Héraclès à Olympie). Lors de l'expansion de l'hellénisme et dès la conquête d'Alexandre les nécessités stratégiques, auxquelles s'adjoignirent rapidement les besoins commerciaux, obligèrent à établir, pour les vastes réseaux routiers et fluviaux alors ouverts à l'activité grecque, une unité de mesure moins vague que celle employée par Hérodote et à la formuler d'après une base aussi uniforme que possible. C'est alors que naquit ou se précisa l'emploi du « pas de route » (bêma) et que se développa la profession nouvelle de compteur des pas (bématiste). Ces arpenteurs spécialistes étaient des fonctionnaires attachés d'abord à l'état-major des armées et chargés de fournir aux stratèges et aux fourriers ou « organisateurs des étapes » les renseignements indispensables sur les itinéraires. Sans doute devaient-ils tenir compte du relief et des accidents du terrain pour l'établissement des gîtes ou, comme on a dit plus tard, des « maisons de poste » ou « caravansérails ». Mais leurs calculs des distances réelles à parcourir étaient fondés sur une même unité, la longueur normale du pas de route. Les bématistes acquirent une habileté technique remarquable et

leurs recueils d'observations (Stathmes) firent autorité. Ceux d'Alexandre, Diognète et Béton, ont été célèbres : leur travail a eu pour titre *les Etapes de la marche d'Alexandre*. Sous les successeurs de celui-ci Amyntas a écrit un ouvrage en trois livres sur *les Etapes d'Asie* et il en reste quelques fragments. Les mesureurs royaux, qui, d'après Capella, aidèrent Eratosthène dans ses évaluations de distance et lui fournirent peut-être celle de Syène à Méroé, appartenaient sans aucun doute à cette corporation. Les Ptolémées ont d'ailleurs au III^e siècle accordé une grande importance aux explorations et aux mesures itinéraires : ils se sont attachés à l'exploration de la mer Rouge, des pays d'Arabie, et d'Ethiopie (1). Ils ont établi un système métrique alexandrin en rapport avec les vieilles unités de longueur égyptiennes et Pline a conservé la manière dont Eratosthène lui-même convertissait le schène en stades (2).

En présence de tout cet ensemble de faits on ne voit pas comment on pourrait se refuser à croire qu'Eratosthène s'est servi des éléments de tout ordre placés ainsi à sa portée. On affirme plus qu'une vraisemblance en disant qu'il s'est appuyé d'abord sur le Nil comme base naturelle estimée rectiligne et orientée nord-sud et sur les mesures en schènes établies sur elle ; ensuite sur les évaluations diverses de bématises royaux mises à sa disposition et exprimées en stades itinéraires ; enfin sur les documents fournis par les

1. Agatharchide (*Geogr. Graeci minores* I, p. 133-173), parle d'Ariston qui fut envoyé par Philadelphie sur la côte d'Arabie comme plus tard Simmias fut envoyé par Evergète à la côte des Eléphants en Ethiopie. D'après Artémidore, sur 14 voyageurs qui ont exploré cette côte, trois au moins sont du règne de Philadelphie. On a déjà parlé des amiraux Philon et Timosthène.

2. H. Berger a justement noté que ce passage de Pline est d'autant plus significatif que celui-ci dans son XII^e livre, et notamment dans le contexte de cette phrase, utilise souvent les données d'Eratosthène. Abendroth a nié l'importance de ce texte et supposé à tort que c'était là une évaluation personnelle de Pline, car il en n'existe d'autres exemples chez Strabon.

explorations officielles et le cadastre officiel et dans lesquels il avait des moyens de contrôle, de recoupement et de complément. On retrouverait ainsi dans sa mesure de distance le même scrupule d'exactitude et la même prudence que dans sa mesure d'arc. N'est-ce pas d'ailleurs sous l'influence plus ou moins consciente de cette sorte de nécessité de milieu au moins autant qu'en raison du texte de Pline que successivement les meilleurs métrologues ont incliné de plus en plus dans ce sens ? D'Anville a mis en lumière le stade de marche (1) et a cherché la solution dans une définition exacte du schène. Ideler a critiqué et éliminé tous les autres types de stade (2) et considéré le schène comme la seule mesure itinéraire égyptienne connue. Rennel a repris la voie de d'Anville (3) et abouti à des conclusions analogues. Hultsch, après une critique serrée et utile de ses prédécesseurs et des textes, a gardé, en s'appuyant encore parfois sur d'Anville, l'existence du stade itinéraire et orienté les recherches dans une direction meilleure en comparant la mesure ératosthénienne citée par Plinè avec le système métrique égyptien. Tannery a donné à cette tendance nouvelle sa forme la plus complète. A ses yeux le stade dont s'est servi Eratosthène pour sa définition du schène ne dérive pas du stade itinéraire, bien qu'il lui soit à peu près égal. D'après lui Eratosthène a voulu à la fois adopter une longueur de stade qui se reliât au système métrique alexan-

1. Il évaluait ce stade à $1/10$ du mille romain et à $1/30$ du mille géographique.

2. Ideler avait tiré de l'Itinéraire de Jérusalem le seul texte qu'on connaisse et qui parle d'un stade de 10 au mille romain. Il a posé comme principe que le schène avait fini par prendre une valeur fixe et officielle à côté des estimations locales variables.

3. Rennel, *Chiefly geographical illustrations of... the expedition of Cyrus*. London, 1816, in-4°. Bibl. Nat. à la section géographique.

Il cherche à retrouver et mesurer étape par étape les distances parcourues en les comparant aux mesures employées. C'est une méthode peu sûre et Hultsch l'a reconnu.

drin et pût être prise comme évaluation moyenne du stade des bématisés. Ensuite Tannery se reporte au système métrique usité en Egypte au temps d'Eratosthène. Les Ptolémées avaient établi un pied alexandrin correspondant aux deux tiers de l'ancienne coudée royale égyptienne qui valait 0 m. 525 environ ; leur stade alexandrin qui valait 600 pieds ou 400 coudées aurait eu ainsi 210 mètres (1). « Or il fallait 30 de ces stades pour le schène égyptien, mesure itinéraire de 12.000 coudées. Pline nous dit au contraire qu'Eratosthène compta 40 stades au schène. » Tannery conclut qu'il ressort de là qu'Eratosthène a assuré la cohésion des mesures égyptiennes, d'après lesquelles était exprimée en schènes sa distance fondamentale Syène-Alexandrie, avec les stades itinéraires qui ont été par ailleurs ses documents les plus sûrs, en adoptant une conversation factice du schène en stades : en ce cas son stade, pour la longueur de son arc de méridien, vaudrait 300 coudées royales d'Egypte (157 m. 50), pouvant être comptées pour 240 pas d'une longueur moyenne de 0 m. 63625. Si l'on adoptait le système si séduisant de Tannery, la circonférence terrestre aurait été estimée par Eratosthène avec une exactitude encore plus grande que l'obliquité de l'écliptique. Les 252.000 stades donnés comme résultat arrondi vaudraient 39.690 kilomètres c'est-à-dire à peine 300 kilomètres de moins qu'en réalité (2).

1. « Ce stade, sensiblement supérieur à ceux de l'Hellade, restera officiel en Egypte sous la domination des Romains, qui le connurent sous l'épithète de Philétairien, du nom du chef de la dynastie des rois de Pergame. » Tannery pense que ce stade alexandrin de 7 au mille romain est celui dont Marin et Ptolémées ont servi dans leurs calculs géographiques.

2. Vivien de Saint-Martin se borne à dire que « tous les géomètres et astronomes de la période alexandrine admettent d'un commun accord que le stade égyptien employé par Eratosthène était d'un septième plus court que le stade commun de la Grèce ou stade olympique ». Il en conclut, sans pousser à l'extrême la précision, que le stade d'Eratosthène valait 300 coudées « ou 157 m. 6 soit 158 mètres ». En ce cas les 252.000 stades vaudraient 39.816 kilomètres.

La question étant ainsi nettement posée, j'essayerai de lui apporter une solution personnelle.

On peut considérer comme acquis les points suivants :

Eratosthène n'a pas exprimé la distance Syène-Alexandrie en stades théoriques de $694 \frac{4}{9}$ ou de 700 au degré comme l'ont cru les savants français du XVIII^e siècle. Il n'a pas davantage procédé à une première mesure grossière en stades destinée à lui faciliter une seconde mesure plus exacte du nombre de stades contenu dans un degré, ainsi que l'a prétendu l'école allemande dont Muellenhoff est l'archéogète. Il s'est placé là encore sur un terrain positif et a utilisé, pour arriver à un nombre arrondi, tous les matériaux, remarquablement favorables d'ailleurs, qu'il trouvait en Egypte. Parmi ces éléments les principaux ont été les mesures en schènes du cours de Nil et les mesures en stades des bémates royaux. Il a établi une proportion entre le schène et le stade itinéraire. En somme il a fait une opération géométrique avec des procédés d'arpenteur et il a abouti à un nombre global de 5.000 stades après une série d'approximations sur le détail desquelles nous ne sommes pas fixés.

Mais il reste à définir le rapport établi par lui entre le schène et le stade. Pline en a incontestablement gardé l'expression numérique : pour Eratosthène un schène vaut 40 stades. Nous savons même par Strabon (XV, 1 § 11) qu'Eratosthène déclare que la longueur de l'Inde peut être donnée exactement par une route royale de 10 000 stades, laquelle a été mesurée en schènes ; nous savons que pour l'Arménie (XI, 14 § 11) Théopane est l'écho d'une mesure semblable et évalue la longueur et la largeur en schènes de 40 stades. Cependant, comme on a dû renoncer à définir directement le schène, on est arrivé à une définition directe du stade itinéraire. Or, si subtil que soit le système de Tan-nery, on doit reconnaître qu'il n'est pas décisif : en ces matières les combinaisons arithmétiques et la coïncidence des nombres ne sont pas nécessairement une preuve du fait ; or

aucun document ne dit qu'Eratosthène a établi une relation entre la coudée royale et le schène. Il faut donc demander aux bématises eux-mêmes la valeur du stade dont ils se sont servis. On sait que l'usage grec était de compter 2 pieds $1/2$ pour un pas simple, soit 240 pas au stade, et que le pas de route était évalué assez nettement au-dessous du pas théorique qu'on tirerait d'un stade normal (1). A 240 pas, le stade olympique courant, évidemment trop grand, donnerait un pas de 0 m. 77. On reste donc dans la vraisemblance en disant que le stade itinéraire peut être considéré comme composé de pas de 0 m. 70 *au plus* et qu'il aurait ainsi une longueur maxima de 168 mètres. En ce cas les 250.000 stades résultant directement de la mesure d'un arc du méridien donneraient au maximum 41.000 kilomètres c'est-à-dire une approximation presque égale à celle tirée de la solution de Tannery. En appliquant à ce stade itinéraire les 252.000 stades du nombre arrondi gardé comme résultat final par Eratosthène, on arriverait à 42.336 kilomètres, ce qui est encore une évaluation d'une très remarquable exactitude.

Mais, qu'on adopte l'explication si ingénieuse de Tannery ou celle plus modeste que je propose ou celles de Doerpfeld ou tout autre analogue que l'avenir révélera(2), l'étude critique

1. Dans une longue marche le pas tombe assez rapidement à une moyenne inférieure à sa longueur théorique ou initiale.

2. Doerpfeld, à la suite d'observations faites en 1895 dans les ruines d'Olympie, a comparé entre eux les divers pieds grecs. Il a rapproché le pied d'Héraclès du pied éginétique. Il a cru découvrir dans Pausanias qu'à Olympie à côté du grand stade de 600 pieds d'Héraclès (192 m. 27) on se servait aussi d'un stade de 500 pieds éginétiques de 0 m. 328, ayant au total 164 mètres. Ce stade serait d'après lui celui des géographes et en particulier d'Hérodote: on sait que Hultsch, après Rennel, estimait que la route royale de Suse à Sardes devait donner un stade de 160 mètres. Le résultat obtenu par Doerpfeld est tout à fait proche de celui que je propose comme un maximum. Mais il repose sur une erreur de principe: le stade itinéraire se compte non par pieds mais par pas de route et le pas de route a une valeur non arithmétique mais empirique assimilée grossièrement à une étendue de deux pieds communs et demi. Néanmoins si la mesure

de la seconde opération d'Eratosthène est placée désormais sur un terrain solide et les problèmes soulevés par la mesure de la distance Syène-Alexandrie se sont beaucoup rapprochés de la solution définitive.

Cependant comment expliquer qu'alors que les anciens ont connu des évaluations différentes pour les stades aucun d'entre eux n'en ait été ému? Ukert et Mannert ont noté que les géographes qui comparent leurs sommes de stades entre elles, les discutent, les rectifient, en signalent les erreurs à propos de distances déterminées, n'ont jamais laissé voir, même par un seul mot, l'idée de la possibilité d'une différence dans la valeur de l'unité de mesure. Ukert et Mannert expliquaient le fait en pensant que l'on avait dû finir par s'entendre sur une même estimation du stade itinéraire comme on avait fini en Grèce même par considérer le stade olympique moyen comme une sorte de mesure nationale. Hultsch et Abendroth ont placé la question sur un meilleur terrain. Pour eux les auteurs anciens avaient conscience que la manière même dont les mesures en stades étaient recueillies comportait une sorte d'inexactitude naturelle qui n'a pas laissé naître chez eux la pensée de chercher des différences entre les stades particuliers. On peut aller plus loin dans cette voie en ce qui touche Eratosthène. L'opinion de Hultsch sur l'origine et l'his-

de Doerpfeld est obtenue par des moyens trop théoriques, elle est intéressante et, à mon sens, est plus voisine de la réalité que les autres évaluations obtenues par des procédés de ce genre.

Mair l'a combattue pour y substituer un autre système. Examinant la longueur du pas de route normal dans les armées antiques et contemporaines (sauf la française) il l'évalue à 0 m. 74. Estimant ensuite que le stade vient de Chaldée et représente l'espace parcouru par un bon marcheur en deux minutes et en 250 pas, il fixe le stade exprimé en pas à 185 mètres correspondant au stade commun. Il va même jusqu'à dire que ce stade était utilisé pour les voyages en mer et que Pythéas s'en est servi pour estimer, et peut-être au loch, la distance du cap Skagen à Rugen par le petit Belt (*sic*) et de Santander à Ouessant (*sic*).

On retrouve dans ce système artificiel les défauts ordinaires de la critique subjective allemande.

toire des tables héroniennes « amène, dit avec raison Hugo Berger, à l'hypothèse que Héron, élève de Ctésibios, étudie parmi ses travaux métrologiques le problème des mesures reçues de son temps et qui était alors au premier plan, si même ce problème n'a pas été lancé par lui. » Héron étant postérieur sinon à la mort d'Eratosthène au moins à la publication de ses œuvres géographiques, tout porte à croire qu'entre les évaluations données alors aux différents stades d'usage général (stade olympique et stade itinéraire) on ne voyait pas une différence suffisante pour qu'on cherchât, sur le terrain géographique, à distinguer entre elles : entre le stade olympique et le stade ératosthénien de Tannery, c'est-à-dire entre les deux extrêmes, il y a une différence de 27 mètres environ soit un peu plus de $13/86$ de la valeur moyenne des deux mesures ; entre le stade olympique et le stade des bématises tel que je l'ai approximativement établi il n'y a guère que $1/10$, entre ce dernier et le stade pythique il n'y a que $1/18$. Quelque choquante que paraisse cette attitude pour nous qui sommes habitués à d'autres précisions, on est fondé à croire que l'antiquité considérait celles-là comme suffisantes et que pour Eratosthène la question ne se posait même pas (1). S'il en est ainsi, on comprendrait mieux encore que, pour évaluer le stade par rapport au schène, il se soit contenté de faire appel à un stade itinéraire moyen et que dans sa géographie il ait, en dehors de l'orient où il avait des évaluations de bématises, accepté pour la construction de sa carte des données en stades sans les ramener nécessairement à un étalon commun. Peut-être d'ailleurs si nous avions été à sa place eussions-nous été bien embarrassés d'agir autrement ?

1. D'Anville (*loc. cit.*) avait déjà dit : « La distinction des stades dans les indications de distance paraissait échapper au discernement des anciens. »

4° Le calcul de la circonférence terrestre

L'arc de méridien ayant été évalué à $1/30$ et la longueur terrestre correspondante à 5.000 stades, la mesure du plus grand cercle terrestre, qu'il s'agisse de l'équateur ou d'un méridien, s'établissait à 250.000 stades par un calcul de fraction tellement simple qu'il ne pouvait prêter à la moindre discussion. Cependant ce nombre de 250.000 n'a pas été celui qu'a connu ou gardé l'antiquité classique : après Cléomède, il faut aller jusqu'au prémoyen âge pour le retrouver chez Jean Philopon en Orient et dans l'*Anonymi geographicae expositionis compendium* pour l'Occident (1). D'une manière constante et sans qu'il semble y avoir l'ombre d'une hésitation chez personne, on trouve 252.000 stades (2). Comment donc expliquer ce fait ?

Quelques rares commentateurs ont prétendu que cette dernière évaluation était le résultat même obtenu par Eratosthène : celui-ci eut été en ce cas singulièrement bien servi par le hasard qui lui eut donné un nombre exactement divisible par 60, c'est-à-dire remplissant spontanément la condition nécessaire pour s'adapter à la division alors admise du cercle en soixantièmes. De plus si l'on adoptait cette vue il faudrait tenir pour nul et non avenu le témoignage de Cléomède, ce qui serait tant soit peu contraire au bon sens et ne pourrait s'obtenir qu'en lui préférant des documents tout à fait inférieurs et interprétés d'une manière abusive et tendancieuse. Il

1. Chez le scholiaste de Denys le Périégète la chose est douteuse, en raison d'une surcharge qui ajoute 2.000 stades.

2. Je juge inutile de revenir sur l'affirmation de Pline (VI § 171 *in fine*) qui, après une série de confusions entre la mesure de la terre habitée et celle de la circonférence terrestre, arrive à dire qu'Hipparque a ajouté 26.000 stades au nombre trouvé par Eratosthène. Or Hipparque n'y a rien ajouté du tout et a déclaré qu'il le gardait comme le plus exact. Si l'on juge utile de chercher la cause de cette bévue de Pline qui s'est évidemment perdu dans ses notes, l'explication la plus vraisemblable est celle de H. Berger dans son *Histoire* (part. III, p. 86, note).

n'y a donc pas lieu d'être surpris que les tenants de cette opinion soient Gossellin et Muellenhoff, appuyés l'un sur une erreur manifeste de Pline (la prétendue addition d'Hipparque), l'autre sur la déformation, déjà exposée, du renseignement fourni par Ptolémée sur l'obliquité.

Il n'y a donc aucune raison sérieuse de ne pas s'en tenir à l'opinion quasi universelle, tant en France qu'en Angleterre et en Allemagne (1), qu'il s'agit d'un arrondissement du résultat donné par le calcul, en vue d'obtenir cette divisibilité dont l'intérêt était évident et dont nous retrouverons à propos des zones une application caractéristique. On s'est moins accordé sur l'auteur de cet arrondissement du nombre. Schaubach l'a attribué à des savants qui ne connaissaient pas Eratosthène ; Abendroth, Schæfer et Kiepert lui ont donné pour auteur Hipparque qui aurait agi pour obtenir un total divisible par 360 en raison de la division du cercle en degrés utilisée par lui. Mais la tradition française, sauf Gossellin, et les éditeurs d'Eratosthène sont unanimes à voir dans les 252.000 stades l'œuvre du Cyrénéen lui-même. Seidel, le premier éditeur complet de la géographie, avait émis comme hypothèse qu'Eratosthène était le seul qui ait pu effectuer cet arrondissement. Hugo Berger, le dernier éditeur, a constaté que « Strabon, qui avait sous les yeux la géographie d'Eratosthène, indique spécialement celui-ci comme l'autorité de qui il tient ce nombre ». Il n'y a d'ailleurs rien d'étonnant à ce que, pour obtenir d'immenses avantages pratiques, Eratosthène se soit résigné à une addition qui représente juste $1/123$ du résultat obtenu par ses observations mêmes.

1. Seidel, Bernhardy, Hugo Berger c'est-à-dire tous les éditeurs de la géographie d'Eratosthène ; Schaubach, Abendroth, Schæfer, Kiepert entre autres pour l'Allemagne : Léonard Schmitz dans le dictionnaire des antiquités de Smith, Bunbury, Tozer en Angleterre ; tout le monde en France sauf Gossellin.

CONCLUSION

Les faits exposés ci-dessus sont suffisamment explicites pour qu'il ne soit pas nécessaire d'y ajouter une conclusion qui naît d'elle-même dans l'esprit du lecteur. Cependant on ne trouvera peut-être pas excessif que je rappelle en terminant deux remarques de savants français qui, pour être anciens déjà et moins bien informés que nous ne le sommes, n'en avaient pas moins vu clair et parlé juste.

Delambre a dit : « Eratosthène savait mieux que personne qu'il lui était impossible de répondre de ces quantités ; il avait négligé la différence des méridiens ; il avait négligé les détours du chemin qui n'était sûrement pas une ligne parfaitement droite ; il avait négligé les inégalités du terrain, car une route de 7° ne saurait être dans la même surface sphérique ; il était bien évident que les 5.000 stades ne pouvaient être qu'une approximation ; l'arc céleste ne pouvait être sûr à 2' près ; l'espace où les ombres sont nulles à Syène s'étend dans un rayon de 150 toises. Tout était donc incertain dans son calcul ; mais ce calcul était d'un homme d'esprit qui aperçoit ce qu'il faudra faire pour obtenir avec précision la grandeur de la terre, quand on aura des données plus exactes. En attendant des mesures plus précises qui demanderaient bien des soins, bien du temps et de grandes dépenses, il se sert de ce qui avait été fait... pour obtenir une approximation qui n'était pas sans utilité pour la géographie, malgré toutes ses imperfections. »

De la Nauze, dans son Mémoire à l'Académie des Inscriptions sur la latitude de Syène, a résumé son impression en des termes qui traduisent la mienne. « Les uns veulent que la Mesure d'Eratosthène ait été beaucoup plus fautive ; les autres qu'elle ait été beaucoup plus exacte ; le parti que nous tenons tient une espèce de milieu, qui, sans accorder à l'ancien mathématicien la finesse des observations modernes, ne saurait pourtant faire aucun tort à sa gloire. »

CHAPITRE V

LA GÉOMÉTRIE DE LA SURFACE TERRESTRE

LES ZONES ET LA ROSE DES VENTS

1^o Les zones

Si importante qu'elle ait été, la mesure de la terre valait peut-être moins encore par elle-même que par les conséquences pratiques que les géographes pouvaient en tirer. Elle n'apportait pas en effet seulement une définition exacte de notre sphéroïde ; elle fournissait surtout la base d'un système cohérent de mesures applicable à toutes les descriptions de la surface du globe. Le grand cercle terrestre étant désormais considéré comme égal à une quantité bien déterminée de stades, les distances de tout ordre exprimées dans cette unité prenaient une signification analogue à celles exprimées aujourd'hui en mètres, puisqu'il y a aussi un rapport numérique entre cet étalon et le méridien. Sans doute la définition du stade était moins précise que celle du mètre ; néanmoins les distances itinéraires, unifiées *grosso modo* dans leur relation avec la circonférence terrestre, devenaient, malgré leur diversité originelle, capables de servir de base à la construction géométrique de la carte. Tout nombre de stades pouvait instantanément, avec une exactitude qui paraissait suffisante, être transformé en une fraction de méridien et réciproquement. Une relation commode s'établissait ainsi entre les déterminations de latitude par les ombres et les évaluations de distances géographiques. Pour un point quelconque de notre globe, une

fois sa position définie par rapport à un des cercles fixes de la sphère, on calculait presque instantanément sa distance réelle de tous les autres. Il devenait ainsi possible de donner une signification réaliste, géographique au sens propre du terme, aux divisions théoriques du globe et de son grand cercle, à la description mathématique de la sphère terrestre. En longitude même, où les points de repère astronomique sûrs manquaient encore (1), les localisations par distances rectilignes tirées des voyages prenaient, ainsi rapportées à une échelle commune de longueur, une valeur relative beaucoup plus grande, surtout lorsqu'elles pouvaient s'appuyer sur le tracé, même approximatif et partiel, d'un parallèle. La question des zones est ainsi sortie du domaine de la « Physique » pour entrer dans celui de la géographie mathématique ; elle s'est placée en quelque sorte d'elle-même sur le terrain où elle se trouve encore aujourd'hui mais où l'antiquité ne l'avait pas mise.

Il reste, pour préciser sur ce point la pensée ératosthénienne, des textes de deux espèces ; les uns sont des descriptions placées à un point de vue pittoresque ou poétique et proviennent de l'Hermès ou de l'écho de cette œuvre dans l'écrit d'un vulgarisateur mathématicien, Achilles Tatius ; les autres, purement scientifiques (Geminus, Macrobe) ne nomment pas Eratosthène mais par leurs chiffres, par leur compte en soixantièmes de grand cercle, par leur communauté d'allure, il est évident qu'ils viennent d'une même source et il n'y a aucun doute que cette source ne puisse être autre qu'Eratosthène : leur cas est le même que le texte de Vitruve relatif aux vents et dont l'attribution s'est trouvée précisée par Galien. Tous ces documents ont d'ailleurs une réelle valeur. L'Hermès est d'Eratosthène lui-même et si Achilles Tatius a eu, au point de vue purement mathématique, le tort de mêler des souvenirs littéraires à

1. Il n'y a pas d'observation sérieuse d'éclipse avant Hipparque et il n'y a eu jamais possibilité de faire des observations d'heures.

son exposé, ceux-ci trouvent là une garantie de plus de leur valeur géographique. Geminus est un des meilleurs, sinon le meilleur, parmi les vulgarisateurs scientifiques de l'antiquité. Il semble avoir presque copié la description ératosthénienne elle-même. Macrobe en donne un résumé accompagné d'une figure qui vient, dit-il, d'Eratosthène. Les commentateurs avaient donc des éléments suffisants pour mettre au point cette partie de la Géophysique générale. Aussi est-il un peu étonnant qu'aucun d'eux ne l'ait tenté. A part les trois courtes pages de Schmidt (*op. cit.*), il n'y a rien sur ce sujet, sinon quelques remarques de Muellenhoff et Berger sur l'habitabilité de la zone torride (1), ce qui est une question distincte et relative à la géographie du monde connu. Sur ces points je renvoie à mon étude bibliographique, où j'ai exposé que le texte de Strabon, qui semble prêter à Eratosthène une opinion contraire à celle exposée par lui dans l'Hermès, se rapporte en réalité à Posidonius et où j'ai démontré qu'il y avait identité entre les idées exprimées par Eratosthène dans sa poésie et dans son œuvre géographique (2). Tous les documents, sauf l'Hermès qu'on a chez Hiller, sont dans Berger (II B).

Il faut, pour apprécier l'originalité des conceptions ératosthésiennes sur les zones, les mettre d'abord à leur place dans l'évolution de la science grecque :

La notion de zone a été longtemps purement astronomique. Mais les progrès de l'astronomie mathématique l'avaient déjà amenée à un état clair. Au temps d'Eratosthène on avait,

1. Schmidt a fait observer avec raison que « le décompte des anciens est indépendant de l'habitabilité » (au moins depuis Eratosthène ajouterai-je) et que le texte de Strabon invoqué porte non pas le mot zone mais ἡ ὑπὸ τῷ ἰσημερινῷ ὄχθῃσις.

2. Muellenhoff, en raison du texte éliminé, émettait l'hypothèse que le poème était antérieur à la géographie et qu'Eratosthène entre les deux avait changé d'avis, ce qui ressemblerait peu à ce que nous savons de lui.

dans l'hypothèse géocentrique, c'est-à-dire en raisonnant sur les apparences, défini avec précision les divers cercles essentiels de la sphère céleste. On savait ce qu'étaient l'équateur, l'axe, les méridiens, le zodiaque, les tropiques et les cercles polaires du monde. Par contre, si l'on avait eu depuis longtemps l'idée d'appliquer ces mêmes cercles à la sphère terrestre, les connaissances sur ce point étaient restées beaucoup moins avancées. Bien qu'un texte (d'ailleurs peu clair et peu conciliable avec l'idée propre de Pythagore sur la sphère terrestre) des *Placita philosophorum* (III, 14) attribue à Pythagore une division de la surface terrestre en zones ainsi que l'affirmation de l'inhabitabilité de la zone torride et des zones polaires, il n'y a pas à hésiter à attribuer la paternité de ces conceptions fondamentales à Parménide, c'est-à-dire à la première moitié du ^ve siècle, au temps des guerres médiques : Posidonius, Strabon et Achilles Tattius s'accordent à le dire expressément. Parménide d'ailleurs ne donnait pas à cette notion une forme parfaite : il appelait les bandes annulaires et les calottes de la sphère des « couronnes » ; il mêlait déjà à leur définition la question de l'inhabitabilité et exagérait l'étendue de la zone torride. Néanmoins le partage en cinq zones remonte originellement à lui. Jusqu'au temps d'Eratosthène cette notion n'arriva pas à une forme géométrique précise parce que, demeurée dans le domaine purement géographique, elle fut examinée à un point de vue exclusivement pratique et beaucoup trop étroit. On ne se préoccupa guère que de savoir jusqu'où s'étendait, tant vers les pays glacés (hyperboréens) que vers les pays brûlés (éthiopiens), la partie de la surface terrestre accessible à la vie humaine ou réellement peuplée. Sur ce terrain les discussions ont été sérieuses et paraissent même avoir été un peu âpres (1) entre les partisans de la théorie ancienne sur l'inhabitabilité de

1. Achilles Tattius a rappelé qu'à propos de l'habitabilité, des habitants et des noms des zones il y eut « beaucoup de troubles ».

la zone moyenne et des zones extrêmes et leurs adversaires, appuyés sur les découvertes qui reculaient tous les jours les limites du monde connu tant vers le nord que vers le sud. Les descriptions d'Hérodote, les voyages de Hannon et de Pythéas, les explorations vers la côte de la Cannelle et le Haut Nil, ont, entre autres, alimenté le débat. Il n'était pas encore clos lorsque vivait Eratosthène mais il a pris après lui une forme nouvelle : sous l'influence des progrès de la géométrie de la sphère et du *σφαιρικὸς λόγος* des stoïciens, on l'a examiné abstraitement en établissant des théories sur les possibilités de peuplement des diverses zones du globe entier. Alors naquirent et grandirent les discussions sur les œcoumènes des Périèques, des Antèques et sur les Antipodes. Cratès de Mallos a été le plus illustre représentant de cette métaphysique géographique. Posidonius, nous apprend Strabon (II, ch. 2), a établi une distinction entre le procédé astronomique et le procédé géographique employés pour appliquer à la terre la théorie des zones et il a cherché à perfectionner le système. Pour lui les zones ne sont utiles que pour l'explication des apparences célestes et elles doivent être définies par la marche des ombres dans chacune d'elles ; elles sont donc, entre les pôles et les cercles polaires, périsciennes (c'est-à-dire que l'ombre y fait un tour complet ou que le soleil ne s'y couche pas pendant un temps de l'année) ; entre les cercles polaires et les tropiques elles sont hétéros-ciennes (c'est-à-dire que l'ombre n'y a qu'une direction mais qui est inverse dans les deux hémisphères) ; entre les tropiques la zone est amphiscienne (c'est-à-dire que l'ombre y a deux directions successives contraires, de chaque côté d'un point sans ombre ou ascien). Posidonius trouve que pour les géographes la notion de zones devrait être remplacée par celle de bandes parallèles à l'équateur et marquant les différences de température ou de végétation ; c'est en ce sens qu'il affirme l'existence d'une bande (zone) habitée sous l'équateur. Ainsi, par une évolution curieuse mais caractéristique, la notion de zone, née sur le terrain astronomique, finissait, sous

l'influence stoïcienne, par y retourner ou par se résoudre en théories métaphysiques ou physiques sur l'habitabilité.

Eratosthène au contraire, placé au centre de cette évolution, a maintenu solidement la notion de zone sur le terrain géographique et il lui a, pour la première fois, donné une forme vraiment scientifique en déterminant exactement sur la sphère la position des cercles fixes qui marquent les limites de chaque zone : depuis lors, le problème est toujours demeuré ainsi posé. Il ne semble pas qu'il ait eu en cette voie des prédécesseurs. Sans doute on attribue d'ordinaire à Aristote une première définition d'un cercle arctique fixe et d'une délimitation des zones par les cercles tropiques et polaires. Mais la question reste douteuse. On sait qu'au temps d'Aristote on ne parlait pas de cercle arctique fixe. Le cercle arctique était pour chaque point de notre hémisphère celui qui marquait vers le Nord la limite des étoiles qui ne se couchaient pas : c'était le plus grand des parallèles célestes toujours visibles du lieu d'observation. Il variait comme les latitudes ; son diamètre diminuait à mesure qu'on approchait de l'équateur et augmentait à mesure qu'on avançait vers le pôle. Or des critiques adressées à Aristote par Posidonius et par Strabon (II, 2 § 2) il résulte que telle était bien encore la conception du Stagyrite. D'ailleurs lui-même (*Meteor.* II, 5) fixait les limites de la zone tempérée boréale aux pays qui avaient la constellation de la Couronne dans leur cercle arctique, c'est-à-dire vers 53 degrés de latitude nord. Aristote semble donc bien en être resté à l'ancienne théorie et avoir mêlé encore à la question des zones celle de l'habitabilité, pour laquelle il maintenait la solution classique.

Eratosthène apparaît bien sur ce point avoir franchi le pas décisif et il n'y a plus qu'à exposer ses vues. Elles ont ceci de remarquable que, grâce à l'Hermès, elles nous sont connues non seulement sous une forme mathématique mais encore par un exposé, sommaire sans doute mais très net, des caractères physiques généraux des diverses zones : ce pas-

sage peut être considéré comme la première description de ce genre qu'on connaisse. J'examinerai successivement ces deux opinions d'Eratosthène en faisant la synthèse des documents qui nous renseignent sur elles.

A. — *Les zones au point de vue géométrique*

La terre étant placée au centre du monde et sa ligne des pôles se confondant avec l'axe du monde, il y a une correspondance exacte entre les cercles fixes de la sphère céleste et les cercles fixes de la sphère terrestre. Ceux-ci délimitent donc exactement à la surface de notre globe des zones au nombre de cinq qui constituent deux calottes sphériques polaires et trois ceintures ou bandes annulaires toutes limitées par des cercles parallèles à l'équateur. « Or le plus grand cercle de la terre ayant été mesuré par rapport au méridien du monde a été trouvé égal à 232.000 stades et son diamètre égal à 80.415 stades : en divisant le cercle méridien en 60 parties, le degré, qui s'appelle soixantième, est de 4.200 stades : en effet si l'on partage 232.000 stades en 60 parties, le soixantième est de 4.200 stades. Voici alors les distances qui existent entre les zones d'après cette délimitation. Les deux zones glacées ont pour largeur chacune $6/60$ ce qui fait 23.200 stades. Les deux zones tempérées ont pour largeur chacune $5/60$, ce qui fait 21.000 stades. La zone torride a pour largeur $8/60$: ainsi depuis l'équateur, de chaque côté, jusqu'aux tropiques il y a $4/60$, ce qui fait 16.800 stades. Par conséquent depuis le pôle terrestre, qui est placé sous le pôle arctique du monde, jusqu'au cercle arctique terrestre il y a 23.200 stades. Du cercle arctique terrestre, qui est placé sous le cercle arctique du monde, jusqu'au tropique terrestre, qui est placé sous le tropique d'été du monde, il y a 21.000 stades. Depuis le tropique d'été jusqu'à l'équateur terrestre, qui est placé sous l'équateur du monde, il y a 16.800 stades. D'autre part de

l'équateur à l'autre tropique il y a 16.800 stades ; du cercle arctique jusqu'à l'autre pôle 25.200.

L'intervalle entre les pôles est ainsi de 126.000 stades, ce qui est bien moitié du périmètre de la terre ».

Cet exposé est la simple traduction de Geminus. On y retrouve la même netteté un peu sèche, la même concision et la même allure mathématique que dans le texte par lequel Cléomède a fait connaître la mesure de la circonférence terrestre. Il n'appellerait aucun commentaire, si l'on ne devait y noter qu'en comptant par soixantièmes. Eratosthène a été amené à arrondir pour l'établissement des limites des zones la mesure déterminée exactement par lui pour l'obliquité de l'écliptique : il ne pouvait en effet dans un calcul aussi général avoir égard à une différence de $8' 40'' \frac{1}{2}$. Cette approximation spéciale aux zones et nécessitée par le sujet lui-même ne saurait donc être invoquée contre Ptolémée et Théon d'Alexandrie.

Macrobe joint à un résumé de la description les indications nécessaires à la construction d'une figure qui la complète et qu'il attribue à Eratosthène, ce qui accentue encore le caractère géométrique donné par celui-ci à son exposé. Il est probable d'ailleurs que, selon l'usage, le traité original ne contenait pas plus que le texte de Macrobe un dessin de la figure, mais simplement les indications permettant au lecteur de le tracer. Pour plus de clarté j'ai exécuté la figure (fig. 4) afin qu'on suive plus aisément le développement de Macrobe qui est plus personnel et par suite moins bien écrit. Le voici :

« Tout le tour du globe, c'est-à-dire la circonférence qui contient le périmètre entier, et que ceux qui l'ont mesurée par le calcul désignent par les lettres *ab-cd* (les deux diamètres rectangulaires) est divisé en 60 parties. Le périmètre entier ayant 252.000 stades, chaque soixantième a une longueur de 4.200 stades ; sa moitié qui part de *d* en passant par l'Orient c'est-à-dire par *a* jusqu'à *c* a exactement 126.000 stades ; son quart, soit de *a* à *c*, commençant au milieu de la zone

torride, a 63.000 stades et $15/60$: de la dimension ainsi donnée à ce quart on retrouvera la mesure totale du périmètre entier.

De a jusqu'à n , soit pour la moitié de la zone torride, il y a $4/60$ qui valent 16.000 stades auxquels on ajoute 800, ainsi toute la zone torride vaut $8/60$ et compte 33.000 stades avec 500 en plus. La largeur de notre zone, la zone tempérée, qui part de n jusqu'à i à $5/60$ qui valent 21.000 stades. L'étendue

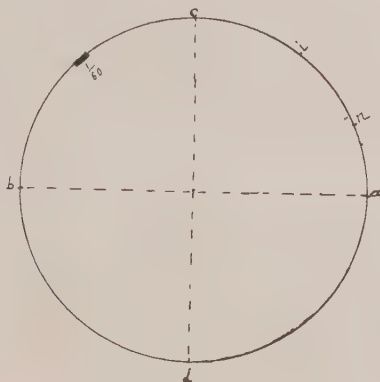


Fig. 4

de la zone glaciale qui va de i à c a $6/60$ qui donnent 23.000 stades. »

Il est inutile de souligner la médiocrité de ce résumé qui contient même une inexactitude (23.000 au lieu de 23.200 pour la zone glaciale). Macrobe n'a même pas pris la peine de vérifier son compte par une addition. Il a réduit l'exposé à ce qui touche notre hémisphère. En somme son témoignage vaut surtout comme confirmation de celui de Geminus, comme indiquant qu'Eratosthène avait établi son exposé d'après une figure et surtout comme apportant ainsi la preuve que tout le développement vient de lui : Macrobe en effet spécifie que l'auteur de la figure et de l'exposé est le personnage qui par le calcul a évalué la circonférence à 252.000 stades.

B. — LES ZONES AU POINT DE VUE DESCRIPTIF

La description de l'aspect physique des cinq zones est contenue à peu près exclusivement dans le fragment de l'Hermès conservé par Achilles Tatius comme l'expression la plus brillante et la plus littéraire de l'opinion qu'il adopte lui-même. Son propre exposé n'est qu'une illustration de sa citation ; il y ajoute quelques précisions en soixantièmes et en stades et une qualification théologique des diverses zones (1), dans laquelle on pourrait, à mon sens, voir un reflet du passage de l'Hermès qui suivait celui qui a été gardé : des appellations de ce genre auraient été à leur place dans ce poème. Je me hâte d'ailleurs d'ajouter que ce n'est là qu'une pure supposition gratuite. Il y a pourtant dans l'exposé propre de Tatius un détail qui serait intéressant, s'il était démontré qu'il vient d'Ératosthène : c'est celui où Tatius explique quelle partie de chaque zone se trouve au-dessus et au-dessous de l'horizon. Mieux vaut avoir cependant la prudence de s'abstenir sur ce point.

Toute notre information se réduit donc à l'Hermès. Ayant déjà examiné dans mon Etude bibliographique la valeur et la portée de ce texte je n'ai plus qu'à le traduire de mon mieux et d'aussi près que possible : le style en est en effet assez travaillé et assez « précieux » pour qu'on doive s'efforcer d'en rendre à la fois la lettre et l'esprit (2).

« Les cinq zones se déroulaient en bandes concentriques. Il y en avait deux plus sombres que le bleu de l'azur. Celle qui était seule était desséchée et le feu la rendait comme rouge ; elle occupait le milieu et se trouvait brûlée tout entière sous

1. La zone glaciale arctique est appelée zone de Chronos ; la zone tempérée boréale, zone de Zeus ; la zone torride, zone d'Arès ; la tempérée australe, zone d'Aphrodite ; la glaciale antarctique, zone d'Hermès.

2. A ma connaissance il n'existe encore aucune traduction française de ce passage.

l'action du feu, étant frappée droit par les flammes solaires; en effet pour elle, placée juste sous la canicule, les rayons ont toujours l'ardeur de l'été. Au contraire les deux qui, à chaque bout, entourent les pôles sont toujours plongées dans l'horreur du froid; toujours dans la désolation de l'eau : ce n'est pas l'eau mais la glace même qui tombe du ciel et cache le sol; elle forme une calotte gelée mais les terres y sont inaccessibles aux hommes. Quant aux deux autres zones qui se font pendant elles tiennent le milieu entre l'ardeur estivale et l'humidité glacée, toutes deux tempérées et produisant la moisson nourricière de Dèmèter éleusinienne : là les hommes, situés aux antipodes les uns des autres, ont leur demeure. »

Faut-il conclure du dernier de ces vers qu'Eratosthène avait, dans ses ouvrages géographiques, traité la question des antipodes et les questions analogues, qui ont préoccupé si fort après lui Cratès de Mallos et Posidonius ? Je ne le pense pas. Nous savons déjà, tant par Cléomède que par Gémînus, qu'il s'était dans son livre sur la *Mesure de la Terre* placé à un point de vue positif et géométrique, au sens propre du mot. Aucun indice n'infirme ces témoignages. Mais l'idée d'antipodes était connue de son temps et elle lui a servi à illustrer d'un détail son exposé pittoresque.

Telles sont les conceptions ératosthéniennes relatives aux zones. Leur originalité, leur caractère scientifique, leur importance géographique, leur lien étroit avec la mesure de la circonférence terrestre éclatent maintenant aux yeux. Quant à la description physique que, grâce à un heureux hasard, nous devons aussi à Eratosthène, elle ne peut que faire regretter qu'un homme qui savait allier à une vigueur scientifique pareille un tel sens du pittoresque n'ait pas appliqué à une périégèse détaillée des qualités d'écrivain qui ne sont pas sans faire penser, au moins un peu, au talent d'un Reclus.

2° La rose des vents

Rien dans notre documentation actuelle n'autorise à affirmer qu'Eratosthène ait établi, comme le fit plus tard Hipparque, une Table des apparences célestes suivant les latitudes : on sait seulement qu'il a fixé avec soin un certain nombre de positions caractéristiques le long du méridien Syène-Alexandrie, entre Méroé et Thulé, c'est-à-dire sur un espace de 38.000 stades qui partait de 8.300 stades au nord de l'équateur et allait jusqu'au cercle polaire arctique. Nous verrons qu'on a tout lieu de croire que ces positions reposaient sur des observations astronomiques considérées comme valables et qu'elles étaient les seules ainsi déterminées sur ce quart de grand cercle. D'autre part j'ai démontré dans mon Etude bibliographique qu'on ne saurait attribuer à Eratosthène un quadrillage de la surface terrestre par un réseau de parallèles et de méridiens : l'exposé de sa méthode de construction de la carte de la terre habitée expliquera comment il a eu recours sur ce point à des figures empiriquement délimitées et rassemblées. Les zones apparaîtraient donc comme la seule utilisation qu'il ait faite de sa méthode proprement géométrique, si la découverte par Kaibel de la Rose des Vents d'Eratosthène n'avait permis d'y ajouter une nouvelle manifestation du même esprit, appliquée encore à un grand cercle de la sphère.

Jusqu'à 1885 rien ne permettait d'énoncer avec une probabilité quelconque une affirmation capable d'expliquer et de compléter la phrase vague par laquelle Achilles Tatius a signalé qu'Eratosthène était un de ceux qui s'étaient « occupé des vents ». Aussi les historiens et les érudits avaient-ils gardé le plus complet silence sur la contribution ératosthénienne aux progrès de la Rose (1). Lorsque dans son édition

1. On peut tout de même s'étonner que Tozer en 1897 ne paraisse pas avoir

des fragments géographiques Hugo Berger avait voulu rompre ce silence il n'avait pu que se lancer dans les conjectures et les vraisemblances en l'air : il avait supposé qu'Eratosthène avait repris et mis au point le catalogue de vents locaux établi par Timosthène mais en le dressant pour l'horizon du point milieu de sa carte, c'est-à-dire de Rhodes ; il avait de plus imaginé qu'en agissant ainsi Eratosthène avait pour but de fournir à sa représentation de la terre habitée et aux données itinéraires multiples qu'il y utilisait une sorte de table d'orientation générale. La réalité mise à jour cinq ans après par Kaibel est venue détruire brutalement cet échafaudage d'hypothèses : il y a là une leçon de prudence que nombre de philologues, surtout dans la dernière génération allemande, feraient bien de ne jamais oublier.

G. Kaibel a découvert dans un commentaire de Galien sur le traité des humeurs d'Hippocrate (ch. XIII, p. 394-416. Kuhn, t. XVI) (1) tout un développement sur les vents, dans lequel les idées d'Eratosthène sont exprimées avec une précision parfaite et d'une manière géométrique un peu sèche qui rappelle beaucoup Cléomède et Gémios et donne au document l'allure d'un écho très précis de la source. Poussant plus loin ses recherches, Kaibel a voulu savoir d'où venait l'information de Galien. Grâce à une étude patiente et sagace de tous les textes latins ou grecs il est arrivé à jeter une réelle lumière dans cette question terriblement embrouillée. Dans un chapitre de Vitruve, duquel Hugo Berger avait extrait deux fragments parlant d'Eratosthène, Kaibel a trouvé non seulement la reproduction (I, 6 et 12) de tout le passage de Galien

eu connaissance de l'article de Kaibel et dans son chapitre sur les vents ne dise pas un mot d'Eratosthène, bien qu'il décrive assez longuement la tour de Cyrrhèstès.

1. *Cl. Galeni opera omnia...* curavit D. Carol. Gottl. Kuhn 20 vol. Lipsiae 1821-33 in-8° Bib. Nat. 8° T²² 24.

Il existe aussi une édition particulière mais démodée de ce commentaire de Galien. Elle est due à J.-B. Rasario. *Galeni in Hippocratis librum de humoribus...* Venetiis, 1562, in 8° Bibl. Nat. 8° Tb¹⁴ 2.

mais encore une phrase omise par celui-ci et qui indiquait la Tour des Vents à Athènes comme une application du système de l'illustre alexandrin. Seul le nom d'Eratosthène manquait dans Vitruve. Kaibel ne s'en est pas tenu là. Il est arrivé à montrer que Galien avait emprunté son renseignement à un compilateur latin d'une génération antérieure à la sienne, Favorinus d'Arles, élève de Dion Chrysostome et maître d'Aulu-Gelle. Favorinus, qui vécut environ de 80 à 150 P. C., est d'après Diogène Laerce, auteur d'une polygraphie historique dans laquelle Eratosthène est cité. Kaibel a pu indiquer avec une grande probabilité que Vitruve et Favorinus avaient été tous deux puiser leurs informations chez Posidonius qui fut le grand adaptateur, et un peu parfois le déformateur, des sciences antiques aux goûts de l'élite intellectuelle stoïcienne, car celle-ci, tout en adoptant les doctrines du Portique, ne pouvait consentir à se désintéresser des connaissances acquises. La belle étude de Kaibel jette un jour curieux sur la manière dont se sont transmises sous l'empire romain les idées alexandrines. Elle est un exemple pris sur le vif de la façon dont ont été conservés les débris de la géophysique ératosthénienne. La nature des intermédiaires ainsi découverts renforce encore les observations présentées dans mon Etude bibliographique sur le *traité des Mesures*.

Grâce à ces documents on peut replacer les conceptions ératosthésiennes sur les vents au rang qui leur convient dans l'évolution de la science ancienne. Là encore notre auteur a joué un rôle de premier plan et pris une attitude originale et vraiment scientifique qui a obtenu le plein assentiment des milieux cultivés de la Hellade. Cependant jusqu'ici aucune étude spéciale n'a été consacrée à cette rose importante. Seul Hugo Berger a réservé dans le chapitre où il examine la géographie d'Eratosthène quatre courtes pages à la rose des vents; mais les trois quarts ne parlent que d'Aristote et de Timosthène. J'essayerai de suppléer à cette lacune, sans autre prétention que d'être exact.

Sous les variations apparentes et la complication croissante des catalogues de vents, d'Homère à Eratosthène, on perçoit seulement le progrès continu d'une même méthode inspirée uniquement par le spectacle des faits observés d'abord dans la mer Egée puis dans le monde hellénistique. On est passé d'une vue purement locale à une conception régionale de plus en plus étendue. On a eu, sous l'influence de la mathématique, l'idée de l'adapter à un horizon particulier, celui d'Athènes par exemple ou de Rhodes, et de la préciser soit au moyen des points astronomiques déterminés par la marche apparente du soleil soit en la rapprochant des régions de la bordure extérieure de la terre habitée. Jamais on ne s'est élevé à la pensée d'une véritable rose générale, applicable comme la nôtre en tous pays et permettant de définir un vent quelconque. Etant donné qu'il s'agit ici de faits connus, exposés d'ailleurs avec une documentation et une clarté suffisante dans l'*Histoire de la science géographique grecque* de Hugo Berger, je me bornerai à un court sommaire de l'évolution ainsi accomplie. On trouvera d'ailleurs à la fin de l'article de Gossellin sur les systèmes des Vents des Anciens (1), une rose universelle très commode comme répertoire des dénominations successives. On s'en est tenu d'abord à un catalogue élémentaire de quatre types de vents grossièrement définis par les points cardinaux et qu'on appelait les Borées (Nord), les Notos (Sud), les Euros (est), et les Zephyros (ouest). Les Ioniens ont apporté un premier perfectionnement : se représentant la terre comme un disque ils n'avaient à leur disposition qu'un seul horizon sur lequel on pouvait reporter immédiatement l'étendue des oscillations solaires : grâce à celles-ci on a distingué les anciens vents d'ouest et d'est, qui provenaient des levers et des couchers équinoxiaux, des vents intermédiaires qui arrivaient des levers et couchers solsticiaux. On a obtenu ainsi un catalogue de huit vents, toujours

1. Traduction française de Strabon, t. 1.

vagues pour les directions Nord et Sud, mais déjà plus précisés autour de la direction ouest-est. Hippocrate, Hérodote et Ephore donnent des indications sur ce système qui apporta un changement dans la nomenclature. Bien que tout les noms ne soient pas également sûrs, on peut dire que les plus usités furent les suivants : du levant équinoxal (orient vrai) vint le vent du soleil (apeliotes) comme du couchant équinoxal (occident vrai) vint le zéphyros ; du levant d'hiver souffla l'Euros, ainsi rejeté du côté du sud-est ; du levant d'été le Caecias appelé quelquefois l'Hellespontien ; enfin le couchant d'été servit d'origine à l'Argeste et le couchant d'hiver au leuco-notos appelé peut-être aussi l'Africain (libs).

Lorsque s'introduisit la notion de sphéricité le catalogue dut s'y adapter : un globe pouvant avoir plusieurs horizons. il fallut en choisir un et l'on prit d'ordinaire l'horizon d'un point maritime central, Athènes ou Rhodes ; de plus l'extension des connaissances géographiques amenait à reculer le pays d'origine de chaque vent. On arriva ainsi aux catalogues, improprement appelés roses, d'Aristote et de Timosthène. Le premier de ces écrivains, avec sa largeur de vues habituelle, avait bien compris l'insuffisance de son procédé. Il reconnaissait que son système ne valait que pour notre hémisphère et que dans l'océan universel situé au sud de la Libye il devait y avoir un autre régime de vents. Timosthène d'autre part, préoccupé de donner des indications pratiques complètes et utilisables pour tous les navigateurs, a choisi l'horizon central de la carte de Dicéarque, celui de Rhodes, ainsi que l'a bien montré Gossellin. Il a de plus repris l'idée d'Ephore et désigné certains vents par la région la plus lointaine correspondant à leur orientation : l'origine de ces vents tendait à être ainsi reportée à la bordure extérieure de la terre habitée. Enfin il a complété le catalogue en divisant par moitié les secteurs restés vagues du Nord et du Midi et en ajoutant ainsi quatre vents nouveaux : par analogie avec le changement apporté précédemment à l'est, il a appelé le

vent du nord d'après son origine (apartias) réservant le nom de Borée à la direction nord-est et il a nommé le correspondant Thrascias ; du côté du Sud il a appelé Phénicias le vent situé à l'est du Notos et Notos blanc (leuco-notos) en raison d'une observation climatérique le correspondant à l'ouest. Ce catalogue de 12 vents, inspiré par un sens pratique réel et adapté au parallèle moyen de la Méditerranée, est resté en vigueur pendant toute l'antiquité.

Eratosthène s'est placé à un point de vue absolument différent. Il a voulu non pas constituer un répertoire régional mais un dessin universel (διάγραμμα), c'est-à-dire une véritable rose, permettant en tout lieu de retrouver les vents ayant une même direction par rapport à la direction fondamentale du globe, c'est-à-dire à l'axe de la terre. Il agissait ainsi exactement comme nous-mêmes. Notre boussole est en principe un cercle représentant un grand cercle terrestre et portant à sa surface des lignes d'orientation, qui correspondent à tous les « airs de vent », pour employer le terme exact, c'est-à-dire à toutes les directions dans lesquelles un observateur voit un point de son horizon ; ce cercle est rendu utilisable en tous lieux par l'aiguille aimantée qui permet de faire coïncider approximativement avec la méridienne la ligne nord-sud de la rose. Ainsi est établie une même règle pour tous les points d'observation et une nomenclature des vents qui n'est plus liée aux conditions locales. Nous savons par Galien et Vitruve qu'Eratosthène a construit une rose fondée sur ce principe, en séparant ainsi nettement les vents universels (καθολικοί) des vents locaux (τοπικοί). Seulement comme il ne disposait pas d'aiguille aimantée, il y a suppléé de son mieux en ajoutant à sa rose un procédé rapide de construction d'ombres qui permit partout de déterminer la méridienne par rapport à la rose et d'établir en quelques heures une rose exacte. C'est ce dispositif ingénieux et pratique, inspiré par une idée purement scientifique, que Galien et Vitruve nous ont gardé. Aussi le plus simple est-il de leur laisser la

parole, en ajoutant seulement à leur exposé deux figures successives qui permettent de suivre l'exposé du système.

Soit sur une surface plane (fig. 5) un gnomon en A ; soit en

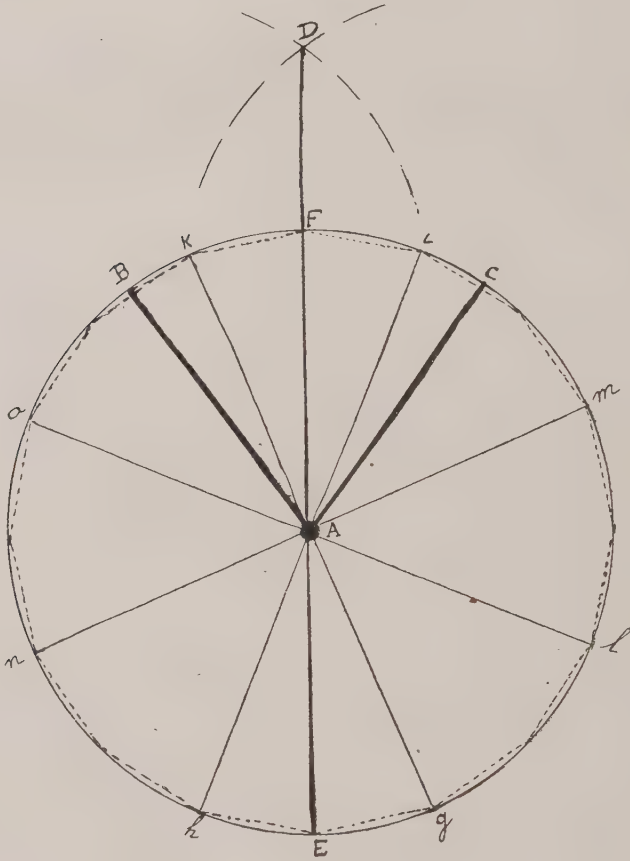


Fig. 5
Construction de la rose.

A B une ombre quelconque de ce gnomon avant midi. Traçons un cercle de rayon AB. Attendons le moment de l'après-midi où l'ombre sera de nouveau limitée par ce cercle (c'est-à-dire reviendra en AC dans une position symétrique à AB). Si

au moyen d'un compas placé successivement en B et en C on détermine alors la bissectrice de l'angle BAC, cette ligne DA, qui coupe le cercle en F et E, est la méridienne et marque la direction Nord-Sud.

Cela fait, divisons le cercle en 16 parties égales à partir de la ligne méridienne FE; donnons à droite et à gauche du midi E aux deux premières de ces divisions les lettres *g* et *h*; et de même au nord les lettres *i* et *k*. Les vents qui souffleront dans le secteur *gAh* seront les vents du midi (notos); ceux qui souffleront dans le secteur *iAk* seront les vents du Nord

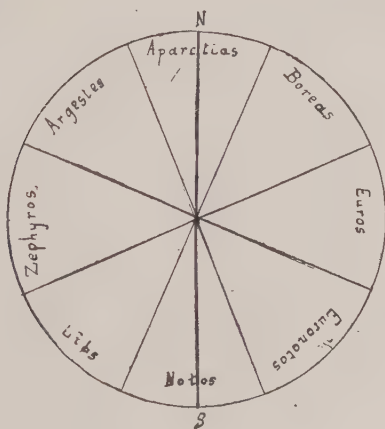


Fig 6
La Rose

(apartias). En déterminant de la même manière des secteurs égaux dans le reste du cercle on aura le secteur (διάστημα) des différents vents.

Eratosthène détermine ainsi 8 secteurs correspondant chacun à 2/16 du cercle et définissant 8 directions fondamentales. La figure 6 indique la rose ainsi obtenue et les noms des vents. Sauf un (Euro-notos) qui apparaît comme formé de la même manière que les nôtres (sud-est), Eratosthène a gardé les noms

traditionnels, en rendant toutefois au secteur est son nom primitif d'Euros.

Il est impossible de n'être pas frappé du caractère nouveau ainsi donné à la question des vents, ainsi que du haut esprit scientifique dont cette construction originale est la preuve (1). En somme la géographie est encore aujourd'hui dans la voie alors ouverte par Eratosthène. Et une fois de plus l'ampleur et la profondeur de son génie l'ont placé à la source même de la science moderne.

Les anciens ne s'y sont pas trompés et ils ont accordé à l'invention d'Eratosthène la popularité qu'elle méritait. Kaibel en a montré la persistance et prouvé qu'elle avait fait école. Vitruve d'ailleurs a indiqué la tour de marbre octogonale des Vents élevée à Athènes par Andronicos Cyrrhestes comme une application (*exemplum*) de la rose d'Eratosthène. Or cette tour date de l'époque de Sylla et peut-être même de César. C'est un monument connu et décrit maintes fois et notamment d'une façon heureuse dans les antiquités d'Athènes de Stuart (2). Il constitue une belle consécration par l'art de la découverte d'Eratosthène. C'est un octogone régulier sur les faces duquel sont représentés par des bas-reliefs les huit vents principaux ; au-dessous de chaque bas-relief est un cadran particulier.

1. On ne s'explique pas que Hugo Berger, qui s'est borné d'ailleurs à parler de la rose seule, ait pu, après avoir lu Galien, conclure ainsi : « Je ne peux pas déterminer si Eratosthène a pris comme base l'horizon d'Alexandrie ou celui de Rhodes. Seule une exposition des rapports des lignes de sa rose avec les pays extrêmes, à la façon de Timosthène, pourrait aider à résoudre cette question. Mais l'importance essentielle des 8 ou 16 lignes (*sic*) pour la carte était la désignation des points cardinaux et étant donné que Rhodes où se coupent les lignes principales était le centre propre de la carte il peut être au moins vraisemblable qu'Eratosthène ait choisi l'horizon de ce point ». Il est certain en tout cas qu'il est difficile d'être à la fois plus aveugle et plus obstiné dans l'erreur.

2. Stuart, *The antiquities of Athens* (ch. III). Il en existe une traduction française parue chez Firmin-Didot. Paris, 1808, in-4. Bibl. Nat. J. 621-4. Pour l'édition anglaise, la Bibl. Nat. n'a que deux exemplaires incomplets (Rés. J. 6-9 et J. 19-22). Mais il existe aux Estampes un exemplaire complet.

Il est probable d'ailleurs que ces cadrans ont été ajoutés après coup, ce qui serait une preuve nouvelle de la persistance de la tradition. Delambre trouve que les cadrans du Midi, de l'Est et du Sud-Est sont d'une exactitude remarquable, tandis que ceux du Nord et du Nord-Ouest sont les plus inexacts. Je ne m'appesantirai pas sur la description détaillée qu'il en donne. Les personnifications des vents dans les bas-reliefs sont fort intéressantes : Borée est figuré par un homme barbu, morose, avec des habits épais, de grosses chaussures et soufflant dans une conque. Notos, qui apporte la pluie, est représenté versant l'eau de son urne sur la terre ; Zéphyr est un gracieux adolescent, presque nu, avec des fleurs dans le pan de sa robe ; Caecias, l'air froid et dur, a un bouclier d'où tombe la grêle.

CONCLUSION

J'ai intentionnellement réduit, aussi étroitement que possible, l'étude de la géophysique ératosthénienne à la restitution claire du contenu et de la portée des fragments qui en subsistent. Mais cet exposé suffit à montrer combien cette œuvre géographique générale était originale, ingénieuse et solide, et combien aussi elle a été appréciée par l'antiquité toute entière. Elle suffirait à elle seule à attacher à la personne d'Eratosthène une renommée impérissable. Elle justifierait pour lui le nom de père de la géographie mieux encore que ne l'est pour Hérodote celui de père de l'histoire.

TROISIÈME PARTIE

LA DESCRIPTION GÉOGRAPHIQUE DE LA TERRE HABITÉE

CHAPITRE I

DOCUMENTS ET COMMENTATEURS LES PROLÉGOMÈNES HISTORIQUES

1° Les documents et les commentateurs

Eratosthène a ajouté à sa description de la sphère terrestre une description du monde connu ou, pour employer le terme grec spécial que désormais nous garderons, de l'*oïcoumène* (1) c'est-à-dire des régions habitées. Il a donné à ce travail un nom original dont la fortune a été éclatante, puisqu'encore aujourd'hui dans la terre entière c'est celui qui désigne la science qu'il a fondée et dont il a été ainsi à la fois le père et le parrain. On doit donc tout d'abord chercher quel est le sens qu'Eratosthène donnait à ce terme. Le titre de son ouvrage Ὑπομνήματα γεωγραφικά se traduirait exactement par *Mémoires sur la représentation de la terre habitée* et il définit nettement le but poursuivi : il ne s'agit plus là d'une promenade à travers le monde ou le long des côtes, d'une *periodos* ou d'un *périple* ; on veut donner de l'*oïcoumène* une figure

1. Fr. Ratzel a publié sur cette notion dans les *Mémoires de la Koenigl. Saechs. Gesellschaft der Wissenschaften* en juil. 1888 un article intéressant dont il a été fait un tirage à part. Frid. Ratzel, *Ueber die anwendung des begriffes Oekumene auf geographische Probleme der gegenwart* (42 pp. avec une carte).

rationnelle permettant de s'en faire une idée analogue à celle que pour le globe on a tirée de la géométrie et construite par conséquent d'après une méthode logique au moyen de mesures précises. C'est pour exprimer cette différence radicale de point de vue qu'Eratosthène a renoncé aux appellations anciennes ; c'est parce qu'il exposait des vues personnelles que, selon l'usage de son temps, il a pris la forme de Mémoires ; c'est pour définir clairement son dessein qu'il a forgé le mot nouveau. Ce mot, exprimé par lui adjectivement, est resté tel quel d'usage courant, pendant toute l'antiquité grecque et Strabon l'a conservé en tête de son propre « ouvrage colossal » ; mais le substantif a naturellement suivi et a fini par l'emporter lorsque l'idée est passée en latin.

Il n'y a donc aucune hésitation à avoir sur les intentions d'Eratosthène. Il a voulu, pour emprunter les termes mêmes de Strabon, « réformer l'ancien tableau » du monde (I, 4 § 1), en « établir » un nouveau au moyen de « lignes » qui le divisaient en parties (II, 1 § 1) et « délimiter » (ἀφορίζειν) ces parties par des mesures de distance. Ainsi les trois séries des Mémoires ératosthéniens apparaissent comme liées entre elles par une véritable progression : la première constitue des prolegomènes historiques où Eratosthène décrit l'évolution antérieure des connaissances géographiques ; la seconde examine l'oïcoumène dans son ensemble et en donne les mesures fondamentales ; la troisième est l'essentielle : elle expose à la fois l'assemblage et le dessin des figures géométriques qui composent la carte ainsi que les grandes lignes des régions circonscrites par elles. Eratosthène a donc fourni le premier modèle d'un nouveau type de description de la terre, caractérisé ainsi que son nom l'indique par le fait qu'on y suit une règle directrice, une méthode logique : les traditions n'en sont pas encore perdues même aujourd'hui.

On peut parler de cette seconde partie de l'œuvre ératosthénienne avec beaucoup plus de précision que de la partie mathématique : notre documentation est en effet infiniment

meilleure et les commentateurs sont beaucoup moins embarrassants.

Mon étude bibliographique a signalé le contraste qui existe entre les sources de la Géophysique et celles de la Géographie. L'une ne peut être atteinte qu'à travers des intermédiaires multiples et par fragments isolés : c'est le critique qui doit essayer de retrouver entre eux un lien ou une ressemblance qui permette de déterminer le sens général de l'œuvre et il n'y arrive que très incomplètement, en raison de la nature même des restes qui en subsistent. Pour l'autre au contraire tout dérive si bien d'un seul document qu'on pourrait sans inconvénients sérieux se passer de tous les autres. Ce document émane d'un auteur dont la personne est connue et dont on possède un très gros écrit qui permet d'apprécier sa valeur personnelle : on rentre ainsi enfin dans la normale de la critique du témoignage. Enfin cet auteur, Strabon, a travaillé avec le traité d'Eratosthène sous les yeux et il en a donné un résumé, entrecoupé sans doute de digressions, incomplet pour le premier et surtout le troisième livre, fait avec un véritable parti-pris sur certains points, mais enfin suffisamment clair et nourri pour qu'on soit certain d'apercevoir grâce à lui l'essentiel de la conception ératosthénienne. Je ne reviens pas sur ce que j'ai dit à ce sujet dans mon étude bibliographique. Mais je rappelle que l'on trouvera dans l'*Examen de la Géographie de Strabon*, par Marcel Dubois, outre beaucoup d'observations judicieuses sur la science de la terre dans l'antiquité, tous les renseignements nécessaires pour l'appréciation de la valeur du témoignage de Strabon et pour l'interprétation du document que son œuvre constitue pour notre sujet.

Sauf d'infimes exceptions tous les textes relatifs à la Géographie sont réunis dans le recueil des *Fragments Géographiques d'Eratosthène* par Hugo Berger, où ils remplissent six divisions sur sept et fournissent un total de 231 fragments (1).

1. Voici comment se décompose ce total : 1A la question homérique 21 frag-

Mais on ne saurait évidemment accepter tel quel le recueil du philologue de Leipzig. Son désir d'être complet et de trouver des références à l'appui de ses hypothèses personnelles l'ont amené à introduire dans son répertoire des passages de Strabon et d'autres auteurs qui ne se rapportent pas au traité d'Eratosthène et sont ou à rejeter ou à utiliser simplement dans des commentaires. Ce travail de révision n'ayant pas encore été tenté (1), je l'ai essayé. Si ingrat qu'il soit, il permettra à tout le monde de mieux apprécier ce qui resteréellement du traité géographique qu'Eratosthène et quelle est, dans l'ensemble des textes qui peuvent servir à nous éclairer sur sa description de l'oïcoumène, la part prépondérante qui revient à Strabon.

Hugo Berger a réuni en tout 296 fragments. D'après les conclusions de mon Etude bibliographique il faut en éliminer d'abord 6 d'Etienne de Byzance et 16 de Strabon n'appartenant pas à la critique homérique qui figure dans la *Géographie*, puis comme devant revenir au *Traité des Mesures* 4 de la section II A, 44 de la section II B et 1 de la section III A (les vents), enfin 17 de la section III A (indications attribuées à tort à Eratosthène à propos des projections, méridiens et parallèles) soit en tout 88. Examinons les 208 qui nous restent, et en particulier les sections II C au début (détermination de la largeur de l'oïcoumène) et III B (description régionale). Dans la première on trouve 12 textes qui visent non pas Eratosthène mais Thulé d'après Pythéas, parmi lesquels 6

ments; IB histoire de la géographie, 24 fragments; IIA doctrine des zones et question de l'Océan, 13 fragments; IIC travaux préparatoires au tracé de la carte, 24 fragments; IIIA esquisse de la carte, 40 fragments (le 41^e est consacré aux vents); IIIB reste de la carte et description régionale, 129 fragments.

1. Knaack en a senti la nécessité. Il a déclaré que la plus grande partie (on aimerait à savoir laquelle) des fragments consacrés à la mesure de la terre était placée à tort au livre II de la géographie. Il a ajouté qu'il y avait chez Hugo Berger des fragments à rayer, à déplacer ou à réviser; mais il s'est borné à quelques rares indications visant des textes très secondaires, comme la scholie d'Euripide ou celle de Lycophron.}

avec attribution nominale à ce dernier ; dans la seconde on rencontre 12 fragments relatifs à des détails donnés par d'autres qu'Eratosthène et qui ne sont utilisables que dans un commentaire de celui-ci (deux n^{os} 90 et 95 se réfèrent à des mesures de Timosthène, deux n^{os} 43 et 44 à l'île d'Ogyris, deux n^{os} 81 et 83 aux Symplégades et Cyanées, un n^o 113 au peuple Hylléen, un n^o 124 au récit de Pythéas sur les Osismiens, quatre n^{os} 125 à 129 sont des descriptions des îles de Bretagne dans lesquelles Eratosthène n'est pas nommé mais Pythéas). Il y aurait donc ici encore 24 textes à retrancher. Ainsi, même en admettant l'interprétation la plus large, même en conservant comme fragments du traité géographique des passages où l'inspiration ératosthénienne paraît évidente bien que le nom d'Eratosthène ne soit pas prononcé, il resterait 184 débris de cette œuvre, tout au plus.

Cependant la statistique serait insuffisante à donner une idée exacte de la contribution strabonienne. Sans doute sur les 184 fragments qui subsistent il y en a 137 qui viennent du géographe d'Amasée ; sans doute sur les 47 qui sont fournis par les autres auteurs 33 sont des détails relatifs à la description régionale des pays d'Afrique, d'Europe et d'Asie septentrionale pour lesquels Strabon a systématiquement négligé l'ouvrage d'Eratosthène. Mais surtout c'est Strabon seul qui apporte et sur le traité lui-même et sur son contenu les informations qui ont un intérêt réel : sans lui nous ne saurions rien du tout de la critique homérique et de l'histoire de la géographie ; nous serions réduits pour la description de l'oïcoumène à quelques mesures locales de distances, éparées presque exclusivement dans Pline, ou à un petit peu de poussière de détails topographiques infimes sur le Pont Euxin, l'Ister, le Péloponèse, l'Illyrie et la Germanie ; il ne resterait de la géographie d'Eratosthène que le titre gardé par quelques scholiastes sous la forme incorrecte γεωγραφούμενα et quelques passages d'Arrien sur l'Inde, c'est-à-dire un flocon d'écume au lieu d'une vague.

Ainsi la description géographique du monde connu par Eratosthène dérive de Strabon : le reste ne vaut que là où il manque, ne vaut pas contre lui et n'apporte à peu près rien. Il y a donc nécessité primordiale à inventorier d'abord ce que nous donne le géographe d'Amassée. J'ai déjà exposé dans mon étude bibliographique la nature et le sommaire de ce qui nous a été laissé. Si pour l'historique qui commence l'exposé d'Eratosthène Strabon n'a fourni que des parcelles incomplètes et classées par endroits d'une manière peu claire, ces éléments suffisent, quand on les regarde de près, pour nous éclairer sur le sens général du développement ; d'ailleurs d'autres passages, qui ne viennent pas selon moi de la géographie, (notamment au livre VII), permettent de voir dans son ensemble la pensée d'Eratosthène. Si pour la définition générale de l'oïcoumène Strabon n'a fait qu'un sommaire trop bref, les détails donnés sont assez précis et peuvent être complétés, par recoupement, au moyen d'assez nombreuses indications éparses dans le corps de la description de la terre habitée par le successeur d'Eratosthène. Sans doute il est très regrettable que Strabon s'en soit tenu pour les sphragides à celles de la moitié méridionale de l'Asie et qu'il n'en ait parlé qu'en y entremêlant confusément les critiques d'Hipparque et ses propres conceptions ; mais au moins il en a dit assez pour qu'on comprenne le principe et les applications les plus heureuses de la méthode suivie ; il a de plus au cours de sa peinture de ces régions conservé plusieurs citations assez longues qui montrent clairement comment Eratosthène comprenait la périégèse.

Les commentateurs sont bien loin d'avoir tiré de tout cela le meilleur parti. Il est curieux en effet de constater que les points essentiels n'ont pas encore été mis pleinement en lumière par eux. Il ne faudrait pourtant pas croire, comme l'a dit Marcel Dubois, qu'on puisse « extraire sans trop de peine de Strabon un recueil cohérent des fragments d'Era-

tosthène », quoiqu'il soit exact de croire qu'on en tirerait beaucoup moins facilement l'essentiel de la pensée géographique de Polybe ou même d'Hipparque. Mais la critique a été déviée par l'idée préconçue des mathématiciens du XVIII^e siècle qui ont assimilé *a priori* la carte d'Eratosthène aux cartes modernes et se sont ingénies presque exclusivement à y retrouver un tracé de parallèles et de méridiens qui n'y a jamais figuré ; encore aujourd'hui, même dans l'*histoire de la science géographique grecque* de Hugo Berger, c'est cette reconstitution artificielle et décevante qui forme le gros du travail (17 pages environ sur 55). Les discussions sur la critique de la géographie homérique ont pris aussi, sous l'influence de la philologie littéraire, une ampleur excessive qui constitue une véritable déformation de la pensée ératosthénienne. L'essentiel, ainsi qu'on le verra, est ainsi passé à l'arrière-plan ou a été négligé. Quelques exemples suffiront à illustrer cette constatation. Gossellin a limité ses efforts à la reconstitution à sa mode, c'est-à-dire à travers la carte de Ptolémée, de la carte d'Eratosthène. Vivien de Saint-Martin ne dit pas un mot des sphragides et réduit son exposé proprement géographique à une page sur le diaphragme fondamental. Bunbury expédie à la fin de son étude la critique homérique, la géophysique de la Méditerranée et termine par quelques lignes sur la mesure des inégalités de la surface. Le développement de Peschel n'est pas plus parfait. En somme, il s'est produit là le contraire de ce qui s'est passé pour la mesure de la terre. Seuls Bunbury en une dizaine de pages (t. I, pp. 645-655) et Hugo Berger surtout ont esquissé quelques aperçus qui ont effleuré plutôt qu'approfondi la question. En réalité on se trouve encore là sur un terrain dont l'exploration a à peine commencé (1).

1. Parmi les livres dont la lecture peut fournir des indications utiles pour la description de l'oïcoumène par Eratosthène, je tiens à citer

2. Les prolégomènes historiques

Eratosthène a commencé sa description géographique de la terre habitée par un exposé historique dont j'ai défini le sens général dans mon étude bibliographique. Je n'ai donc plus qu'à chercher pourquoi Eratosthène a agi ainsi et à examiner les questions qui ont été soulevées dans cette introduction à son système.

L'expansion de l'hellénisme avait été accompagnée d'une poussée intellectuelle vigoureuse et rapide qui avait ouvert à toutes les branches du savoir des voies nouvelles : aussi l'habitude s'était-elle établie de retracer l'évolution des idées antérieures, dont on plaçait le tableau soit au début soit au cours du développement. Cet usage, facile à comprendre, correspondait à une préoccupation qu'on pourrait appeler classique : il répondait au besoin de jeter un coup d'œil en arrière sur le chemin déjà parcouru afin de mieux comprendre la nature et le sens des routes que le progrès avait rendues accessibles. On retrouverait à d'autres époques analogues, par exemple vers la fin du xvi^e et du xix^e siècles, des manifestations du même état d'esprit. Aristote l'avait d'ailleurs légitimé dans sa *Métaphysique* (I, 3) en expliquant le profit qu'une science peut tirer de l'examen de son développement historique. Il avait lui-même mis en pratique cette indication dans nombre d'ouvrages, et notamment dans sa physique, sa métaphysique et sa météorologie, en exposant et en critiquant les idées de ses prédécesseurs. Théophraste l'avait imité dans son traité sur les perceptions. Eudème de Rhodes avait écrit l'histoire de l'astronomie, Aristoxène celle de la musique. Il n'y a donc rien d'étonnant qu'Eratosthène, avant d'exposer

M. Leake, *On some disputed questions of ancient geography*. Londres, 1837 in 8°. Bibl. Nat. Ge FF. 7677. Je n'ai pas pu consulter l'ouvrage de H. L. Jones, *the geography of Strabo, with an english translation*; 1. London 1917, 331 pages.

les principes de la nouvelle science de la terre, la Géographie, ait suivi ces exemples. Il avait aussi des raisons particulières et pressantes d'agir ainsi. Le point de vue qu'il apportait était en opposition directe avec des idées reçues et avec de fortes traditions. Eratosthène rompait avec elles en rayant brusquement et presque brutalement de la géographie les données anciennes tirées de la *periodos* ainsi que des poètes et surtout du plus populaire d'entre eux, Homère. Il reléguait ces derniers au rang d'auteurs de fictions récréatives sans aucune portée pratique ; il fondait sa description de la terre exclusivement sur les progrès réalisés depuis Alexandre et continués de son temps même, tant par les découvertes des explorateurs que par les sciences de la nature. Aussi bien pour légitimer sa méthode que pour parer aux objections qu'elle ne manquerait pas de soulever il devait commencer par des prolégomènes historiques. Ceux-ci apparaissent comme étroitement liés au reste de l'ouvrage ; on se tromperait en y voyant, comme Hugo Berger, un simple historique désintéressé et objectif : cette introduction n'était que le vestibule indispensable à l'édifice.

Pour donner une image vraie du développement d'Eratosthène, il faut donc non pas s'en rapporter à Strabon qui a accordé une ampleur excessive à la question qui le passionnait le plus, la critique homérique, mais considérer que l'idée directrice de l'auteur a été de diriger l'effort principal sur ce qui était l'élément principal, c'est-à-dire sur les progrès accomplis depuis Alexandre.

A. — *Le domaine primitif de la géographie hellénique*

Eratosthène n'a attaché qu'une importance très secondaire aux informations de tout ordre antérieures à la chute de l'empire perse et surtout aux fables poétiques ainsi qu'aux traditions populaires dont elles étaient l'écho. Sur ces points son attitude est si étroitement conforme à celle de la science

contemporaine qu'il n'y a pas besoin de longs commentaires (1). Il suffira de la rappeler et d'expliquer les raisons de l'émotion causée dans toute l'antiquité par la critique homérique radicale à laquelle, d'après Strabon lui-même, Eratosthène a donné le branle.

Bien que Strabon ait seulement laissé entrevoir par endroits le développement d'Eratosthène il l'a suivi d'assez près pour que l'on puisse en comprendre la suite. M'appuyant sur les conclusions de mon étude bibliographique j'en propose ainsi qu'il suit la reconstitution d'ensemble, en réservant pour un examen particulier ce qui a trait à la valeur documentaire d'Homère.

Tous les hommes, dès la plus haute antiquité, ont eu à cœur de publier ce qu'ils savaient en géographie ; mais les Grecs des temps les plus anciens ne connaissaient guère que ce qui avoisinait leur propre patrie, c'est-à-dire les pays riverains de la mer Egée. Ils naviguaient il est vrai, soit pour pirater soit pour commercer, mais seulement en suivant la côte, comme le fit Jason lui-même, et sans oser se risquer en pleine mer. Jadis personne ne s'aventurait ni sur la grande mer (le Pont) ni le long de la Lybie ni de la Syrie ni de la Cilicie. Le Pont s'appelait la mer Inhospitable (*axène*) tant à cause de la rigueur de son climat qu'à cause de la réputation de férocité des populations de la côte, des Scythes notamment, qui, disait-on, immolaient les étrangers, se nourrissaient de leur chair et buvaient dans leurs crânes. En somme le nom de mer hospitalière (Pont-Euxin) date seulement de l'établis-

1. Je tiens à citer ici deux opuscules vraiment dignes d'intérêt. Ce sont ceux de Stillingfleet et de Hergt.

Stillingfleet, *Analyse des critiques de Strabon et Eratosthène contre l'âge poétique de la Grèce*. Londres 1709 in-8°.

Max. Jergt, *Quam vere de Ulixix erroribus Eratosthenes judicaverit*. Progr. de Landshut 1887. Bibl. de la Sorbonne.

Je signale également le très bon chapitre de Bunbury (vol. I p. 49-83) sur la géographie de l'Odyssée, accompagné d'une carte schématique très claire de l'aventure d'Ulysse.

sement des colonies ioniennes sur le littoral (1). D'ailleurs la xénélasie ou proscription des étrangers était une coutume commune à tous les peuples barbares : le mythe sanglant de Busiris (2), capitale d'un nome de la Basse Egypte, prouve qu'elle était pratiquée en ce pays, où d'ailleurs les habitants avaient ordre de repousser par la force les brigands venus de la mer et où le seul port naturel, Pharos, était interdit aux étrangers. Les Carthaginois de leur côté coulaient tout navire étranger qu'ils rencontraient dans leurs parages et allant vers la Sardaigne ou dans la direction des Colonnes : c'est même pour cela qu'on n'a rien de certain sur la plupart des contrées occidentales. Les Perses eux-mêmes égaraient les ambassadeurs en les faisant tourner en cercle et passer par des chemins peu praticables (3). Aussi la géographie ne commença vraiment que lorsqu'on eut des connaissances assez étendues pour qu'on pût s'affranchir de toutes les fables imaginées pour les pays lointains par les traditions populaires et les poètes. Elle ne remonte pas au delà de l'apparition, dans la ville de Milet, de la carte d'Anaximandre (première moitié du ^{vi}^e siècle A. C.) et de la description de l'ensemble de la mer intérieure par Hécatee (seconde moitié du ^{vi}^e siècle A. C.), si toutefois on lui attribue cette *periodos* comme le fait Eratosthène d'après une comparaison avec le reste de son œuvre (4). Et encore après cette date dans les récits de voyages les renseignements exacts sont mêlés à des faits imaginaires ou impossibles (5) et il faut y séparer le vrai du faux. Témoin, entre autres, ce Damaste à qui Eratosthène emprunte certains renseignements mais qui rapportait qu'un certain Diotime était, en compagnie d'une ambassade athénienne, allé par eau

1. Strabon VII, 2 § 6. Les indications données au § 7 permettent d'attribuer ces observations à Eratosthène.

2. La fable grecque avait changé la ville en un roi qui immolait aux dieux des victimes humaines.

3. I B 9.

4. I B 5. Cette attribution était contraire à l'opinion de Callimaque.

5. Strabon I, 3 § 23, non cité par Hugo Berger.

de la Cilicie à Suse (1). Témoin encore Hérodote qui prétend qu'il ne doit pas exister d'Hyperboréens parce qu'alors il devrait y avoir aussi des Hypernotiens, sans voir que c'est là un jeu de mots et que d'ailleurs il peut y avoir des Hypernotiens, attendu que le vent du Sud (notos) a son origine au nord de l'Ethiopie et non au pôle sud (2).

Après ce résumé des vues d'Eratosthène on comprend qu'il ait cru devoir faire une différence radicale entre ces informations anciennes d'une part et d'autre part les renseignements précis recueillis depuis Alexandre par les stratèges, les bématisques, les explorateurs officiels (3) et les naturalistes. En tout cas si l'on trouve dans certaines de ses observations, notamment à propos d'Hérodote, une étroitesse un peu brutale, on ne saurait que rendre hommage à la sagacité et au sens historique dont elles témoignent. Pour le temps où elles ont été émises, elles constituaient une manifestation d'une hardiesse et d'une nouveauté extrêmes. On s'explique qu'elles aient vivement frappé les contemporains et qu'elles aient paru aussi quelque peu révolutionnaires aux défenseurs des vieilles traditions. Les protestations de Strabon, notamment à propos de Jason et de la navigation chez les anciens, prouvent que l'émotion qu'elles avaient causé dans certains milieux durait encore au temps d'Auguste et de Tibère.

1. I B 6.

2. I B 21. Ce passage, réputé obscur, s'éclaire quand on le rapproche de l'observation d'Aristote que répète ici Eratosthène. Hérodote (IV, 36) dit que le nom d'Hyperboréens (peuples habitant au delà du point d'origine du vent du Nord) ne correspond pas à une réalité et que s'il en était autrement on devrait parler aussi d'Hypernotiens c'est-à-dire de gens habitant au delà du point d'origine du vent du Sud. Dans l'esprit d'Hérodote la critique vient évidemment de ce qu'il croit que l'origine de ces deux vents est au pôle. Aristote a fait remarquer que le catalogue traditionnel des vents est établi pour un horizon de Grèce et que le vent appelé Notos vient en réalité non du pôle sud mais du tropique nord. J'ai laissé tomber le calembour par lequel Eratosthène répond au jeu de mots d'Hérodote.

3. Parmi lesquels on compte Hammon et Pythéas.

Eratosthène n'a pas hésité à appliquer rigoureusement aux deux grands poètes de la *Hellade*, Homère et Hésiode, ses conceptions sur l'évolution des connaissances géographiques. Tous deux, d'après lui, ont connu seulement les pays de la mer Egée et n'ont eu que quelques notions très vagues sur ce qui se trouvait au delà. Il faut cependant noter entre les deux une différence en faveur d'Hésiode ; celui-ci connaissait en effet le nom du Nil et l'existence de ses bouches, le nom des Scythes qui se nourrissent de lait de jument, l'Etna, l'île d'Ortygie et les Tyrrhéniens ; il a pu croire par conséquent que les aventures d'Ulysse s'étaient déroulées vers les régions de la Sicile et de l'Italie du Sud. Homère au contraire non seulement ignorait tout cela (1) mais il ne paraît même pas avoir su exactement ce qu'était la Thrace, puisqu'il en fait venir à la fois le vent du nord et le vent d'ouest. Quant aux aventures d'Ulysse il n'a jamais voulu les placer dans des lieux connus. On pourrait tout au plus supposer qu'il voulait les mettre dans les contrées occidentales mais il s'est tenu en dehors du monde réel soit faute d'informations exactes soit surtout parce que son but était uniquement de raconter des fables et de pousser tout à la terreur et au merveilleux. On peut d'ailleurs distinguer dans ses œuvres les mythes qui s'appliquent à des lieux existant réellement et ceux qui s'appliquent à des

1. Il est difficile de faire dans le passage déjà cité du livre VII de Strabon le départ de ce qui revient à Eratosthène ou à Apollodore dans l'ensemble des critiques géographiques adressées à Homère. Je m'en suis donc tenu à ce qui, d'après mon étude bibliographique, revient au traité sur l'oïcoumène. Il semble bien qu'Eratosthène n'avait pas donné à ses critiques la forme d'un dogme sur l'exocéanisme. C'est Apollodore qui aurait voulu transporter dans l'Océan, en dehors de la mer intérieure, toutes les fictions homériques. C'est lui aussi qui aurait ajouté aux observations d'Eratosthène sur les peuples fabuleux placés par Homère dans la direction du Pont (les vertueux Hippiérides, les Abiens, etc.) la constatation qu'Homère n'a pas mentionné un seul des fleuves qui se jettent dans cette mer ainsi que l'énumération des peuples légendaires dépeints par Hésiode, Alcman, Eschyle, etc.

pays chimériques : c'est à ce dernier type qu'appartiennent les histoires de l'aventure d'Ulysse.

Eratosthène ne s'en est pas tenu là : il a voulu ajouter à cet exposé, déjà fait, autant que nous pouvons en juger, avec une vivacité tranchante (1), une déclaration de principe agressive contre les commentateurs qui trouvaient dans Homère la connaissance de notions topographiques étendues, de la guerre, de l'agriculture, de l'art oratoire et qui en un mot faisaient de l'*Iliade* et de l'*Odyssée* une sorte d'Encyclopédie. Il a déclaré que c'était là parler pour ne rien dire, attendu que les poètes cherchent non à instruire mais seulement à plaire. Eratosthène prenait ainsi, par une sorte de digression qui, selon moi, devait être brève, parti dans une querelle séculaire à laquelle la rivalité des littérateurs d'Alexandrie et de Pergame (2) redonna alors une vigueur nouvelle. Je ne crois pas avoir à la décrire ici mais seulement à montrer l'importance qu'elle avait, aux yeux d'Eratosthène, pour ses prolégomènes historiques.

Les poèmes homériques avaient été tellement populaires qu'ils avaient fini par faire partie en quelque sorte de la pensée nationale de la Hellade : ils servaient partout à l'éducation de la jeunesse parce qu'on y trouvait, en un langage harmonieux et en une forme facile à retenir, une espèce de morale pratique élevée qui poussait à l'exaltation des vertus les plus chères à la Grèce. Homère apparaissait ainsi autant comme un maître que comme un poète. Aussi toute tentative de soumettre ses œuvres à la critique de la seule raison provoquait-elle une sorte de recrudescence de foi. Lorsque les philosophes éléates et ioniens puis les sophistes, les rhéteurs et les évhéméristes s'engagèrent dans cette voie, il se produisit une réaction qui fut excessive. Comme il était tout de même difficile de concilier la lettre des poèmes homériques

1. La boutade sur le corroyeur qui a cousu l'outre des vents en est un exemple.

2. Pergame a été fondée en 283 par Philétaipe.

avec les conclusions et les découvertes de la science nouvelle, Théagène de Rhegium imagina une interprétation allégorique qui permettait de tirer de l'*Iliade* et de l'*Odyssée* tout ce qu'on voulait et qui alla jusqu'à l'absurdité. Homère devenait ainsi l'archégète universel, la source de toutes les sciences et c'est chez lui qu'on devait en apprendre les principes et souvent même plus que les principes ; il les avait seulement déguisées en images sous lesquelles il fallait se donner la peine de rechercher la vérité. Les fondateurs du stoïcisme, Zénon et Cléanthe, ont rajeuni la doctrine et présenté Homère comme un éducateur du peuple qui avait écrit surtout « pour lui faire partager les trésors d'une science déjà existante (1) ». On trouverait dans Strabon cent exemples de l'ardeur avec laquelle ces interprétations ont été défendues et du manque total de sens critique dont elles témoignent.

On conçoit qu'Eratosthène ne pouvait commencer à retracer l'histoire positive des progrès géographiques sans avoir au préalable fait table rase d'un tel système. On comprend aussi qu'il ait été excédé de ces exagérations et que, s'il a été bref, il ait eu la main lourde. En tout cas son examen de la valeur géographique attribuée à Homère est, dans l'état actuel de notre documentation, la première manifestation du courant critique réaliste qui aboutit à Aristarque et auquel s'opposa presque aussitôt le courant allégorique et métaphysique dont Cratès de Mallos a été, en géographie comme en littérature, le plus illustre représentant.

B. — *Les progrès décisifs dans la connaissance de l'oïcoumène*

Si dans l'esprit et dans l'ouvrage d'Eratosthène l'élément principal des prolégomènes historiques était constitué par l'exposé des progrès accomplis depuis Alexandre, ce n'est pas celui que Strabon nous a le plus généreusement conservé.

1. Hugo Berger.

Sur l'accroissement en étendue des connaissances géographiques il ne reste qu'une indication sommaire relative aux campagnes d'Alexandre, qui ont « révélé, dit Eratosthène, la plus grande partie de ce qu'on sait de l'Asie ainsi que du nord de l'Europe jusqu'à l'Ister ». Strabon a préféré énumérer les accroissements dus à la conquête romaine en Occident et à Mithridate puis aux Parthes au Nord-Est. C'est une lacune très regrettable qui nous prive d'une revue intéressante des explorations et des écrits qui furent les véritables sources d'Eratosthène. Hugo Berger a essayé de la combler en résumant au début de son chapitre sur Eratosthène tous les renseignements qui sont, sur ce point, arrivés jusqu'à nous. Je ne saurais mieux donner l'impression de la véritable révolution ainsi accomplie en moins d'un siècle qu'en citant ce passage, qui est un des plus solides de *l'Histoire de la science géographique des Grecs* (1).

« Les premières informations répandues sur l'Asie intérieure par les compagnons d'Alexandre, tels que Callisthène, Néarque, Aristobule, Onésicrite, furent éclipsées, élargies et rectifiées. Deux Grecs, Mégasthène et Déimaque, visitèrent l'un après l'autre, en qualité d'ambassadeurs de Séleucus Nicator et d'Antiochus I, la cour des rois indiens de Palimbothra dans le pays du Gange et décrivirent dans des livres riches en détails les résultats de leurs observations et de la documentation recueillie. Au cours de leurs voyages et pendant leur séjour ils avaient les plus grandes facilités pour ordonner et systématiser leurs renseignements. Tout ce qu'on pouvait apprendre sur le pays et sur ses habitants, au point de vue de la politique, de l'histoire de la civilisation et des sciences naturelles, sur l'étendue, les limites et la configuration de la région, sur la mer attenante et ses îles, sur les particularités de la végétation et des phénomènes météorologiques, tout cela ils l'avaient réuni et traité avec

1. Je renvoie pour les références au livre lui-même.

soin. A l'exemple des relations de Ctésias les leurs avaient pourtant un air assez étrange et c'est pourquoi on estimait souvent davantage leur contemporain Patrocle, à raison de sa culture scientifique, de ses recherches sur l'énigmatique mer Caspienne et des documents excellents que lui avaient fournis pour la rédaction de ses écrits les archives d'Alexandre le Grand qu'il avait eues à sa disposition. Un général du premier Séleucide, Déodamas, considéré par Pline comme une source particulièrement digne d'estime, avait pénétré dans le Nord jusqu'au delà de l'Iaxarte. Les anciens renseignements fournis par Néarque et Onésicrite sur les côtes et les îles du golfe Persique furent enrichis par les relations de navigateurs envoyés pour compléter les explorations ; parmi eux nous connaissons Androsthène de Thasos et Orthagoras, Archias et le pilote Hiéron de Soles. Les Ptolémées ont porté particulièrement leur attention sur la connaissance du golfe arabe ainsi que des pays d'Arabie et d'Ethiopie qui l'entourent ; le second leur fournissait, outre d'autres produits précieux, leurs éléphants de guerre. Déjà Théophraste avait eu de bonnes informations de navigateurs sur la côte occidentale de l'Arabie ; la mesure de l'étendue de ces côtes fut tirée plus tard des données d'Alexandre. Agatharchide parle d'Ariston qui fut envoyé par Ptolémée I pour l'explorer comme Simmias le fut par Ptolémée III pour explorer la côte du pays des Eléphants. Strabon cite d'après Artémidore sur quatorze hommes qui ont parcouru ces côtes et y ont laissé des témoignages de leur activité trois au moins de l'époque de Ptolémée II (1). Nous savons que Philon s'entendait à établir des observations astronomiques utilisables, car c'est d'après sa donnée que fut fixée la latitude de Méroé et de Ptolémaïs Epithéras. Comme représentant éminent de la des-

1. Bouché-Leclercq (t. I, p. 221) a cité les noms de la plupart des explorateurs envoyés par les Lagides de ce côté. L'un d'eux, Dalion, fut, d'après Pline, le premier qui dépassa Méroé.

cription des côtes de la Méditerranée on trouve le savant amiral Timosthène : c'est encore d'après ses données que Cl. Ptolémée corrigea certaines positions sur la carte de Marin de Tyr. A côté de lui on cite Cléon de Syracuse. Les fragments du périple de Nymphodore, qui vivait probablement à la même époque à Syracuse, sont comme ceux de Timosthène, fortement mélangés d'érudition périégétique. Ces descriptions de côtes peuvent avoir conservé une importance particulière pour la géographie alexandrine, parce qu'elles firent progresser la connaissance des continents occidentaux, de la Lybie et de l'Europe, tout comme la science des pays et des peuples de Lycus de Rhégium et de l'historien Timée, lesquels, d'après le témoignage d'Agatharchide, ont rendu les plus grands services à la description des régions occidentales de l'oïcumène ».

Ajoutons à cet afflux de données nouvelles la relation de Hannon sur la côte occidentale d'Afrique (1) et surtout les célèbres explorations de Pythéas, qui avait fait ses preuves comme astronome et dont les mesures de latitude furent prises très au sérieux par Eratosthène. « Les rares indications que nous possédons peuvent suffire, conclut Hugo Berger, à donner une idée de la richesse de cette littérature. » On sait d'autre part, grâce aux critiques mêmes de Strabon, qu'Eratosthène n'y puisa pas servilement et qu'il s'efforça d'en extraire surtout les renseignements précis et les mesures exactes, comme celles de Pythéas sur la latitude de Thulé ou celles des itinéraires et routes royales, dans l'Inde gangétique par exemple. Son attitude paraît très supérieure à celle de Strabon, qui aurait voulu qu'on rejetât en bloc tout ce qu'avaient dit un Damaste ou un Mégasthène parce que leurs écrits contenaient certaines erreurs ou exagérations manifestes.

Sur les progrès dus, d'après Eratosthène, aux observations des naturalistes, Strabon renseigne mieux mais il est très incom-

1. On retrouve chez Eratosthène des noms comme Cerné, Lixos qui viennent sûrement de Hannon.

pletencore. Si l'on accepte les conclusions de mon étude bibliographique on admettra qu'Eratosthène avait rappelé que, grâce aux « Physiciens » et surtout à Aristote et à son école, la connaissance de la structure de la terre s'était autant développée que la connaissance des pays et des peuples. Eratosthène avait, d'après Strabon, expliqué les irrégularités de surface de la sphère terrestre et passé en revue assez longuement les changements que le volcanisme et l'action des eaux (1) avaient fait subir à l'oïcoumène. Malheureusement Strabon ne nous a gardé qu'un de ces développements, le plus important sans doute, et qui donne une haute idée des conceptions géologiques auxquelles étaient arrivés déjà les savants. Eratosthène se bornait d'ailleurs à « rapporter avec éloges les opinions » de deux personnages. L'un, Xanthus, avait jadis remarqué en Lydie et Phrygie, loin des côtes, des indices et des fossiles qui lui faisaient croire que ces pays avaient été autrefois sous les eaux de la mer. Straton de Lampsaque, appliquant à toutes les observations de ce genre, réunies par lui, les principes de son chef d'école, Aristote, sur les variations séculaires dans la répartition des terres et des eaux, s'était élevé jusqu'à une hypothèse générale sur la formation de la grande mer intérieure. D'après lui le Pont Euxin avait été d'abord isolé de la Méditerranée. Celle-ci l'avait été de l'Océan ; elle formait alors une masse d'eau d'un niveau plus élevé qui pénétrait jusqu'à

1. Les seules indications précises que nous ayons sur les observations d'Eratosthène sur les séismes se rapportent à la catastrophe d'Héliké en Achaïe, qui rappelle celle de Lisbonne et consista en un tremblement de terre suivi d'un raz de marée, en 273 A. C. (III B 103). Eratosthène dit avoir visité les lieux et en avoir rapporté l'observation d'un détail précis. Un texte de Tzetzés (II B 104) a donné une vague indication sur une phrase d'Eratosthène relative au cataclysme de Deucalion. On est d'accord pour reporter ces fragments à la description régionale. Je préférerais pour ma part les rattacher aux prolégomènes historiques.

On pourrait en dire autant de l'observation faite par Eratosthène en Arcadie sur les effondrements souterrains qui modifient parfois le cours du Ladon (III B 105). En tout cas tout cela est trop mince pour qu'on puisse l'utiliser avec fruit dans notre développement.

l'oasis d'Ammon, placé dans une dépression où l'on retrouvait encore des fossiles marins et même, affirmait-on, des débris de navires ; elle couvrait la basse Egypte et s'étendait sous forme de marais ou bas fonds jusqu'à toucher le golfe arabe (1). Cependant les nombreux et grands fleuves qui se jetaient dans le Pont Euxin, remplissaient de plus en plus son bassin et en exhaussaient le fond par leurs alluvions. Aussi vint un jour où cette mer se fraya un passage vers la Méditerranée, laissant sur sa lisière nord, le long des côtes de l'Ister, de la Scythie et de la Méotis, des régions envasées et déterminant par le Bosphore, la Propontide et l'Hellespont un courant que les grands fleuves de Scythie ont continué à maintenir. Par contrecoup le même phénomène se reproduisit dans la Méditerranée occidentale, ouvrant brutalement le détroit des Colonnes (2) et faisant baisser le niveau général, ce qui amena l'émersion de l'Egypte, du pays d'Ammon et la séparation complète de la Méditerranée et du golfe Arabe. Eratosthène adoptait pleinement ces vues. Si l'on en juge par une opinion de lui relatée par Strabon, il pensait même que ce cataclysme n'était pas antérieur à la guerre de Troie (3). Il croyait en effet que Ménélas avait pu aller par mer de la Méditerranée à la mer Rouge. On peut estimer, d'après certaines observations d'Eratosthène sur les courants des détroits de Sicile et sur l'inégalité de niveau de la mer des deux côtés de l'isthme de Corinthe, qu'il pensait que les fortes marées de l'Océan se faisaient sentir à travers la Méditerranée occidentale et empêchaient la formation de courants continus analogues à ceux du Bosphore et de l'Hellespont (4). Il n'avait donc fait que compléter et perfectionner la grandiose hypothèse péripa-

1. I B 19 et 20.

2. On croyait voir dans une ligne de hauts fonds, appelée l'Herma, les restes de la barrière de roches qui fermait primitivement la Méditerranée.

3. I B 18.

4. C'était l'application au bassin occidental de la mer intérieure du phénomène produit par la marée à l'embouchure des fleuves.

téticienne. Celle ci reposait essentiellement sur une conception bathymétrique de la mer intérieure. Straton la considérait comme formant une immense vallée accidentée et submergée dont la profondeur allait en augmentant de la Méotis, ou même des sources du Tanaïs, jusque vers la Crète, la Sicile et la Sardaigne mais dont le niveau occidental restait cependant supérieur à celui de l'Océan. C'est la pente de cette vallée qui entraînait les eaux vers l'Atlantique, déterminant à sa partie supérieure un alluvionnement progressif destiné à « combler un jour l'Euxin » dont les eaux étaient déjà presque douces. Eratosthène paraît surtout avoir enrichi l'hypothèse de détails descriptifs ou historiques ; son apport fondamental a été la théorie des courants des détroits ; ceux-ci étaient à l'Est continus et déterminés par la pente générale tandis qu'ils étaient, à l'ouest, alternatifs et résultaient de la réaction des grandes marées atlantiques sur le mouvement général des eaux vers les Colonnes. Gosselin et la science académique, au début du xix^e siècle, se ralliaient encore, sans réserves et avec quelque admiration, aux idées exprimées par Eratosthène.

Certes, si l'on compare ce premier essai de synthèse avec les théories de la géogénie contemporaine, on le trouvera insuffisant et superficiel. Cependant il procède du même esprit et il est marqué au même coin. C'est une tentative d'explication globale de tous les phénomènes géologiques dus à l'action des eaux ; c'est une induction qui vaut, dans son essence, nos hypothèses dérivées de la croyance au feu central. Et, si l'on comprend qu'elle ait séduit les savants qui se passionnaient alors pour l'étude de la physique du globe, on ne s'étonne pas qu'elle ait excité les critiques et le dédain de mathématiciens purs comme Hipparque et de stoïciens périégètes comme Strabon.

D'après les documents dont nous disposons c'est par l'exposé de cette grande théorie que se terminaient les prolégomènes historiques d'Eratosthène.

CHAPITRE II

LA DESCRIPTION GÉOGRAPHIQUE DE L'OICOUMÈNE

I. — La méthode de travail d'Eratosthène.

II. — Les Préliminaires de l'œuvre géographique.

1° Le document et sa déformation traditionnelle

Dans ses prolégomènes historiques Eratosthène avait résumé, pour la clore, l'évolution antérieure. Aussi passait-il aussitôt à l'exposé du système nouveau, à sa « réforme de l'ancien tableau » du monde connu : le second Mémoire est consacré exclusivement à la définition de l'oïcoumène, le troisième à la description rationnelle des pays qui la composent. Ces deux parties ne se présentent pas à nous d'une manière également avantageuse. Si l'essentiel de la première a été conservé, et très clairement, tout le détail du développement manque. Pour la seconde la situation est pire encore. Strabon n'a, exprès, transmis qu'environ un quart des sphragides et toutes ses indications sont fournies d'une façon extrêmement embrouillée. Il a voulu en effet mettre toujours les critiques d'Hipparque en face des opinions d'Eratosthène : or, Hipparque se plaçant à un point de vue spécial, Strabon a donné ainsi à son exposé l'allure d'une simple discussion géométrique appuyée sur des évaluations de distances, alors que les citations, heureusement assez larges, qui subsistent dans les propres descriptions régionales du géographe d'Amasée, prouvent que chez Eratosthène les sphragides n'étaient que le cadre d'une périégèse sommaire. De plus Strabon renonce même à toute comparaison entre les deux adversaires dès

qu'il arrive au second livre d'Hipparque. Sous prétexte que de son temps tout ce qu'avait dit Eratosthène, en dehors des quatre sphragides de l'Asie méridionale et des pays du Nil et de Cyrène, ne correspondait plus à la réalité et que d'ailleurs Timosthène ne s'accordait pas ici avec lui. Strabon disait : « Je ne crois pas avoir à discuter ce qu'avancent des géographes si rarement exacts ni même ce qu'Hipparque peut avoir dit contre eux, car celui-ci ne relève qu'une partie de leurs fautes, n'en rectifie aucune et se borne à prouver qu'ils se trompent ou se contredisent. » Cette attitude tranchante de Strabon a été attribuée à une paresse ou à un désir de dissimuler les emprunts faits par lui à son prédécesseur, mais ce n'est pas une opinion soutenable. Strabon a démontré par l'ampleur même de son œuvre qu'il ne reculait pas devant le travail et il a très loyalement mentionné, et cité textuellement parfois, les emprunts qu'il demandait à Eratosthène. A mon avis il y a plutôt de sa part lassitude des discussions géométriques et mathématiques dans lesquelles il se sentait peu à l'aise et sentiment du peu d'utilité pratique de tels débats à l'occasion de régions où les données mêmes de la question n'étaient plus conformes à ce qu'une expérience postérieure avait appris. Néanmoins, en raison de la manière dont Strabon a conduit et limité son développement relatif à Eratosthène, nous sommes réduits à juger l'ouvrage de celui-ci d'après la miniature d'une de ses parties essentielles et d'après un tronçon de l'autre.

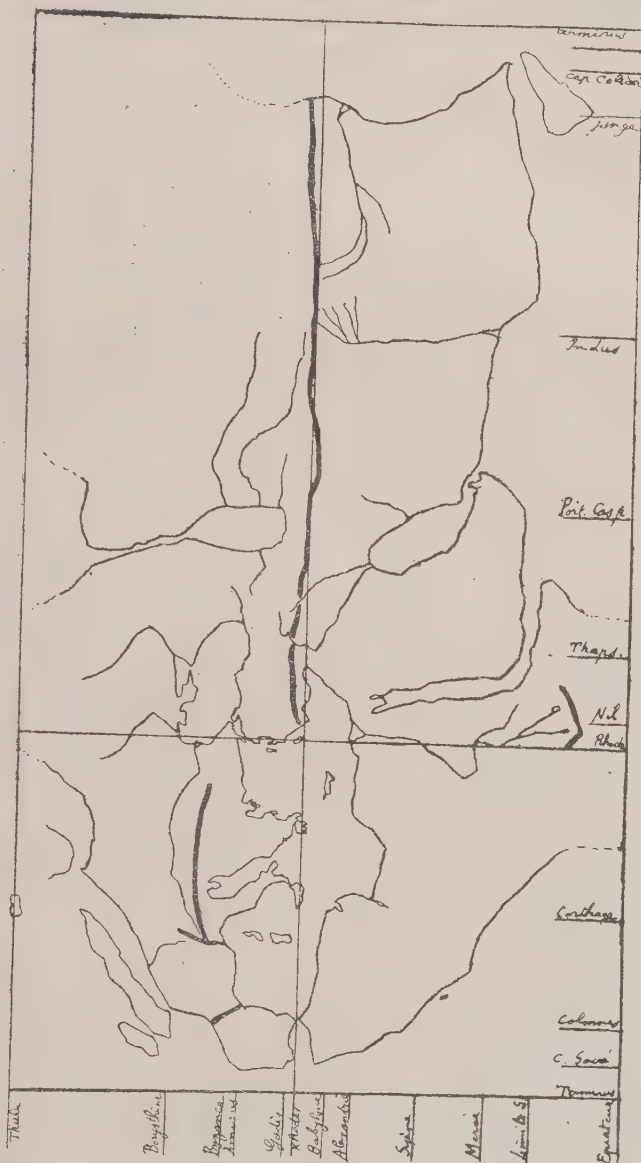
L'érudition est d'ailleurs venue défigurer à son tour le système géographique ératosthénien. Cette déformation, née chez Gossellin d'une fausse analogie entre les procédés de construction de la carte ératosthénienne et le réseau de parallèles et méridiens qui est à la base des nôtres, a été portée à son apogée par Hugo Berger qui a prêté de plus à Eratosthène l'emploi d'un système de projection. Sans revenir sur les observations déjà présentées dans mon étude bibliographique, j'examinerai successivement la tradition relative à la carte

ératosthénienne et les conceptions propres à Hugo Berger.

Dans une note citée déjà dans mon étude bibliographique, Gossellin a nettement défini l'aspect qu'on a pris l'habitude d'attribuer au dessin d'Eratosthène. « On traçait un méridien et un parallèle pour chaque lieu principal dont l'emplacement était ou paraissait être connu : la carte se trouvait ainsi divisée en carreaux de grandeur fort inégale et, au lieu d'indiquer la longitude et la latitude des villes intermédiaires ou par un nombre quelconque de stades ou par un nombre de degrés et minutes, on disait : telle ville est sous le même climat ou à peu près sous le parallèle de telle autre et à peu près sous le méridien de telle autre. » Par application de ce principe toutes les études sur la géographie d'Eratosthène ont tendu à se réduire à l'énumération des parallèles et méridiens dont le quadrillage était réputé servir de base à sa carte ; tout au plus y ajoutait-on quelques remarques sur l'exactitude des données initiales ou quelques comparaisons avec d'autres auteurs anciens. Naturellement la fantaisie jouait une large part dans ces *restitutiones ad mentem critici* : les documents sont en effet beaucoup trop insuffisants pour permettre un tracé complet ou même indiscutable, fût-ce dans les parties les mieux connues. Strabon lui-même (II, 1, §§ 22 et 23), au cours de sa définition des sphragides d'Asie méridionale, rappelle qu'Eratosthène n'a entendu donner qu'une esquisse et que loyalement il la reconnaît incomplète et tout à fait approximative parfois : c'est pourquoi la troisième sphragide en particulier a soulevé tant d'objections de la part d'Hipparque. En somme, ces carreaux étaient tracés surtout à titre d'indication et pour faciliter un repérage topographique : leurs lignes ressemblaient à celles par lesquelles on « place » un dessin à main levée. L'erreur fondamentale d'Hipparque a consisté à vouloir transformer ces figures d'intention réaliste et appuyées en général à des accidents physiques ou à des routes, en assemblage de figures géométriques absolument régulières appuyées sur

des méridiens, des parallèles ou des observations astrono-

Fig. 7. — La Carte traditionnelle d'Eratosthène (d'après Vivien de Saint-Martin)



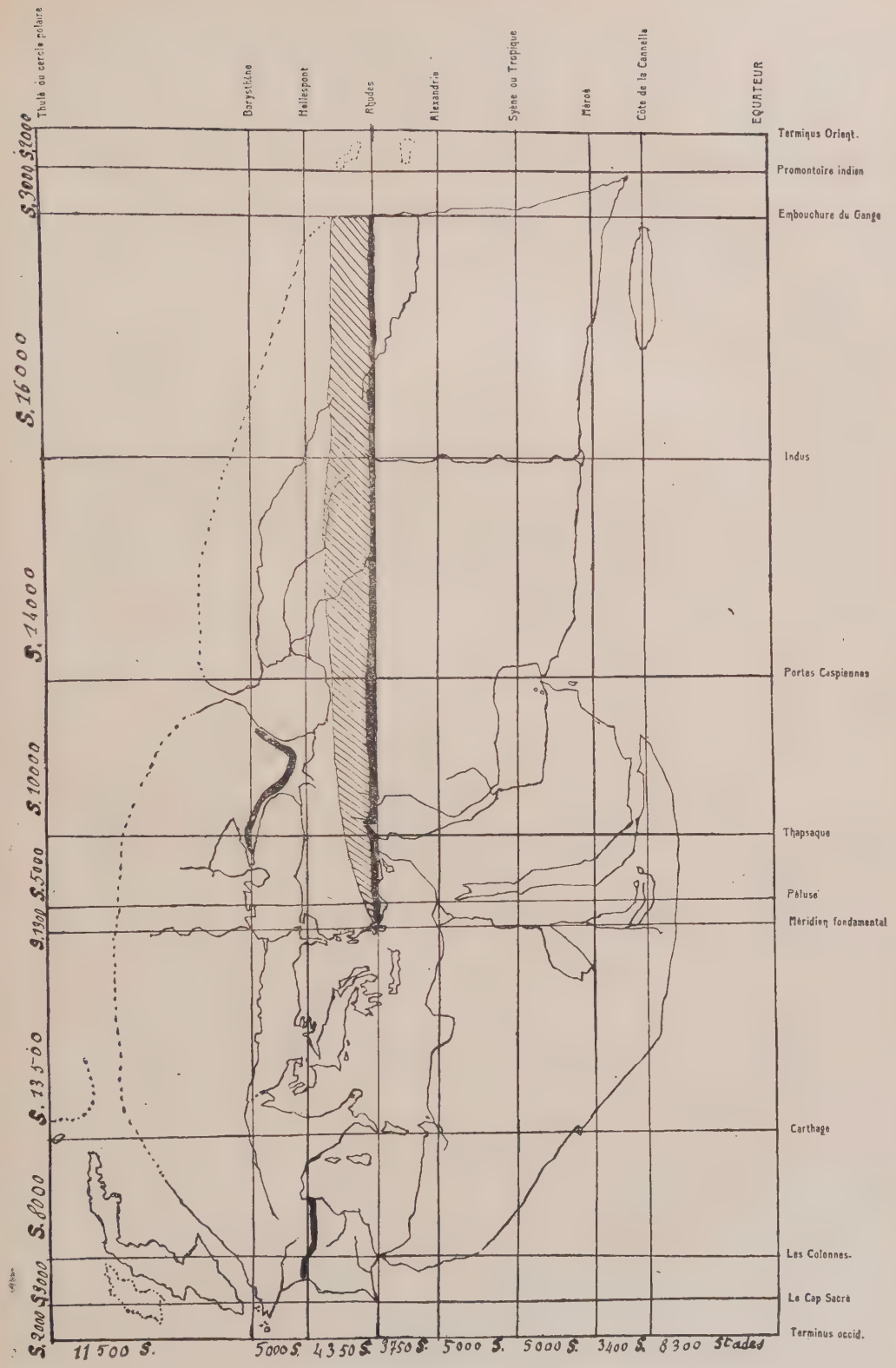
miques. Il a été ainsi, là comme pour la confusion entre le stade itinéraire et une partie aliquote d'un degré de la cir-

conférence terrestre, le premier auteur des déformations reprises au xviii^e siècle et du système de cartographie purement théorique que les Arabes, au x^e siècle notamment, ont poussé à l'extrême. Mais ces abstractions mathématiques reposent sur un principe tout à fait contraire à celui d'Eratosthène.

Les figures 7 et 8 donnent deux exemples caractéristiques des variations qu'au xix^e siècle l'érudition a introduites dans la reconstitution traditionnelle de la carte d'Eratosthène. C'est Ch. Muller (fig. 8) qui a atteint le plus haut degré de perfection en ce genre d'efforts. Son tracé complet est enrichi d'indications de mesures et d'une échelle de comparaison des stades ératosthénien avec les soixantièmes du grand cercle et les tables de latitude d'Hipparque par degrés : il constitue la première carte des *Tabulae in Strabonis Geographica*. Malheureusement Muller n'a pas dit de quelle manière il avait composé son essai : il se promettait « d'exposer longuement sa méthode » lors de son édition des fragments géographiques d'Eratosthène, laquelle n'a pas paru. Muller a fait autorité en Angleterre où son influence a été marquée dans l'*Atlas of ancient geography* de Smith et Grove ; le dessin de Bunbury (I carte X p. 661) est un écho très net des travaux de Muller. Chaque savant tirillant les textes à sa façon, le nombre des méridiens et des parallèles a varié suivant les auteurs. Muller a compté 12 méridiens et 8 parallèles ; Vivien de Saint-Martin est allé jusqu'à 11 parallèles et 13 méridiens. Bunbury s'est contenté des 8 parallèles et 11 méridiens ; Hugo Berger n'a énuméré que 8 parallèles et 7 méridiens.

J'insisterai seulement sur le système de parallèles et méridiens de Ch. Muller. Ce réseau artificiel offrait les particularités suivantes. Les parallèles étaient, à l'exception des deux extrêmes, séparés les uns des autres par des intervalles relativement faibles et sensiblement égaux. En effet, s'il y a au nord 11.500 stades entre le parallèle du Borysthène et celui de Thule et au sud 8.300 stades

LA RESTITUTION TRADITIONNELLE DE LA CARTE D'ERATOSTHÈNE (d'après Ch. MULLER)



entre le parallèle côte de la Cannelle-Taprobane et l'Equateur, les distances entre les autres vont de 3.400 à 5 000 stades et pour cinq d'entre eux c'est exactement ce dernier nombre qui mesure la différence de latitude (parallèles de Méroé, Syène et Alexandrie d'une part, parallèles Hellespont et Borysthène d'autre part). Seuls les parallèles de Rhodes et de la côte de la Cannelle font exception. Le premier est à 3.750 stades d'Alexandrie et à 4.350 de l'Hellespont; le second est à 3.400 stades de Méroé. Au contraire les méridiens sont beaucoup plus espacés et beaucoup plus irrégulièrement tracés. C'est au centre et aux deux extrémités qu'ils sont les plus serrés : à chaque bout les deux premiers (méridiens de l'extrémité orientale et du cap terminal de l'Inde d'une part, méridiens de l'extrémité occidentale et du cap terminal de l'Ibérie d'autre part) n'ont entre eux que 2.000 stades et il n'y a que 3.000 stades entre le second et le troisième (méridien de l'embouchure du Gange et des Colonnes); au centre il n'y a que 1.300 stades entre les méridiens du Nil et de l'extrémité orientale du delta (Péluse) et que 5.000 stades entre ce dernier et celui de Thapsaque. Les autres méridiens sont tous séparés par des distances considérables mais à l'est ces distances sont plus grandes qu'à l'ouest (10.000 à 16.000 stades d'une part; 8.000 à 13.500 de l'autre); les points par lesquels on les détermine sont à l'ouest Carthage et à l'est les Portes Caspiennes et les bouches de l'Indus. J'ai montré dans mon étude bibliographique qu'aucun texte ne permettait d'attribuer à Eratosthène l'usage d'un pareil procédé et que, parmi les fragments invoqués à l'appui de cette thèse, les seuls qui se rapportent à lui visent les deux bandes fondamentales de longueur et de largeur de l'oïcoumène ou des lignes de mesures purement locales destinées à tracer ou à équilibrer les figures géométriques encadrant les régions. Il n'y a donc qu'à renoncer définitivement à ce dernier vestige des théories mathématiques excessives du XVIII^e siècle.

Hugo Berger a essayé de les rajeunir, avec une certaine

naïveté d'ailleurs. J'ai déjà examiné dans mon étude bibliographique son hypothèse sur l'emploi par Eratosthène d'un mode de projection : il suppose que Strabon n'est en cette question qu'un écho du « géomètre Eratosthène » et que la projection employée par lui était une projection « ératosthénico-strabonienne ». J'ai montré que c'était une pure invention et que pas un mot du texte ni du contexte n'autorisait à dire qu'Eratosthène avait employé les procédés choisis par Strabon pour son usage personnel. J'ai précisé que pour les parallèles et méridiens non seulement Strabon n'a pas pris ceux d'Eratosthène mais encore que rien ne permet de prêter à celui-ci l'usage de telles lignes. Hugo Berger s'est ingénié surtout à expliquer les lacunes étranges que les textes mêmes sur lesquels il s'appuie révéleraient dans le tracé de ce réseau. Son commentaire des fragments III A 17 à 22 est à cet égard caractéristique. Strabon, dit-il, a omis de nommer Eratosthène là où il prenait tout simplement les données d'Eratosthène en concordance avec les siennes ; mais Berger ne voit pas qu'ainsi on pourrait attribuer presque tout Strabon à Eratosthène. Strabon a dû, ajoute-t-il, le nommer dans le fragment 22 parce que le parallèle ératosthénien de Lysimachie était différent de celui qu'Hipparque utilisait. Il a omis le tracé des parallèles dans les parties de l'oïcoumène pour lesquelles l'autorité d'Eratosthène était contestée (Berger oublie ici qu'elle l'était par Hipparque pour les sphragides méridionales d'Asie elles-mêmes). Il me paraît inutile d'insister sur la faiblesse de pareils arguments qui se tiennent tous dans le domaine indéfini des possibilités et non sur le terrain solide de la raison démonstrative.

2^e La méthode critique d'Eratosthène

Le terrain étant ainsi déblayé il ne reste en face de nous que les débris de la pensée ératosthénienne seule. Essayons donc de la retrouver aussi complètement que possible et sans

nous perdre dans le dédale inextricable de discussions de mesures locales ou dans d'interminables comparaisons de distances itinéraires en stades.

L'essentiel est ici de comprendre d'abord comment Eratosthène a procédé. Il était en face d'un amas énorme et confus de données très variées, toutes approximatives, souvent contradictoires ou très insuffisantes. Nous ignorons comment il en a opéré dans le détail le classement et le triage, mais nous savons qu'il a accompli cet effort avec soin et sans se faire illusion sur la valeur des matériaux qu'il employait. Strabon (III B 66) déclare que Timosthène et Eratosthène connaissaient très mal les pays d'occident mais que cependant il craint d'être trop sévère à leur égard. « En effet pour les contrées lointaines, Eratosthène avoue qu'il donne les distances telles qu'il les trouve indiquées ; sans rien confirmer, il rapporte seulement ce qui lui est parvenu et même quelquefois il ajoute si la route dont il exprime la mesure s'éloigne plus ou moins de la ligne droite. » Strabon ajoute avec beaucoup de bon sens : « Il ne faut donc pas, lorsqu'il s'agit d'intervalles dont on ne peut juger la mesure que par comparaison et sur lesquels personne ne s'accorde, soumettre ce qu'il dit à un examen rigide, comme Hipparque essaie de le faire soit aux endroits déjà cités soit dans ceux où Eratosthène marque les distances de l'Hyrcanie jusqu'à la Bactriane et aux pays ultérieurs et celles de la Colchide jusqu'à la mer d'Hyrcanie. Ce sont des points sur lesquels il ne faut pas juger Eratosthène aussi rigoureusement que quand il décrit les pays compris dans notre continent (1) ou les autres lieux non moins connus (2). »

On peut cependant avoir quelques vues sur les règles qu'Eratosthène a suivies. Il a toujours donné la préférence

1. Le texte est controversé. J'adopte la leçon de Muller et de Coray. Mais sur l'idée qu'a voulu exprimer Strabon il n'y a aucun doute.

2. La dernière phrase de ce passage (I, 1 § 41) n'est pas donnée par Hugo Berger.

aux points déterminés par des observations astronomiques sérieuses, qui portaient d'ailleurs alors exclusivement sur les latitudes : de Méroé à Thulé toutes les stations de son méridien reposent sur des données de ce genre ; l'importance attachée par lui à la détermination de positions astronomiques essentielles par Philon sur la mer Rouge et par Pythéas au nord-ouest de l'Europe sont de nouveaux témoignages de cette attitude. Strabon a même conservé un exemple de l'attention avec laquelle Eratosthène examinait ce genre de renseignements. Déimaque avait prétendu que l'Inde était située entre le tropique d'hiver et le point équinoxial de l'automne et il avait nié l'affirmation de Mégasthène que dans le Sud de l'Inde on voit les deux Ourses se coucher et l'ombre tomber en des sens opposés. Eratosthène rectifie ces deux affirmations : il répond à Déimaque qu'il oublie que le point équinoxial d'automne est le même que celui du printemps et qu'en donnant à l'Inde 20.000 stades de largeur (du Nord au Sud) il lui assignait une étendue plus considérable que la distance entière entre le tropique et l'équateur ; il ajoute que Mégasthène a raison, car les deux apparences célestes indiquées par lui s'observent déjà près du tropique. Eratosthène concluait de cette discussion que la mesure de largeur qu'il donne lui-même à l'Inde était bien la bonne.

Après les observations astronomiques de latitude les renseignements auxquels Eratosthène ajoute le plus de foi sont ceux des stadiasmes, c'est-à-dire des itinéraires exactement repérés. On comprend facilement pourquoi. Strabon en a gardé un bel exemple à propos de la longueur (ouest-est) de l'Inde. Mégasthène l'évaluait à 15.000 stades. Patrocle à 14.000. « Devant leur discordance, Eratosthène ne s'en rapporte à aucun des deux ; ce sont les mesures d'un itinéraire qu'il préfère ». Ainsi une différence de 1.000 stades seulement fait rejeter l'affirmation d'un témoin estimé comme Patrocle, à qui Eratosthène n'hésite pas à se rallier plutôt qu'aux autres lorsqu'il ne dispose pas de mesures contrôlées, pour

la largeur (nord-sud) de l'Inde et la navigation de la Caspienne à l'Inde par exemple. Il est vrai qu'il s'agit là d'une route « royale mesurée en schènes ». Lorsque Eratosthène n'a pas à sa disposition des évaluations de bématisistes il a recours à des appréciations grossières d'après les journées de navigation ou de marche. Il semble avoir mis au premier rang de ces documents de second ordre ceux qui étaient fournis par la navigation sur les fleuves : on a déjà vu comment le Nil lui a servi pour l'arc Syène-Alexandrie ; dans l'Inde, au lieu des évaluations de Patrocle et Mégasthène, il préfère ajouter aux 10.000 stades mesurés d'une route royale 6 000 stades fixés d'après la durée de navigation du Gange, en le remontant de son embouchure à Palimbothra. Enfin là où les renseignements dont il dispose ne sont susceptibles d'aucun contrôle métrique il « les prend tels qu'ils viennent » et en se fiant aux témoins dont la valeur personnelle lui paraissait offrir le plus de garantie. Il n'y a d'ailleurs pas à douter qu'il n'ait, partout où il l'a pu, réduit les évaluations itinéraires en distances rectilignes soit en leur appliquant, selon l'usage, une diminution moyenne de $\frac{1}{3}$ soit, là où il avait des précisions, en se livrant à un contrôle plus serré.

Telle est la méthode un peu compliquée mais très réaliste qu'a suivie Eratosthène pour la construction de sa carte. Elle comportait évidemment une très forte équation personnelle et elle ne saurait se résumer en un certain nombre de règles rigides et universellement applicables. Mais à une époque où l'on ne possédait pas de meilleurs matériaux, où les déterminations scientifiques de longitude étaient impossibles, ce système de tâtonnements et de recoupements était encore ce que l'on pouvait imaginer de plus sûr. Si l'on en juge par les résultats obtenus pour les régions où Eratosthène était le mieux pourvu, c'est-à-dire pour le royaume Ptolémaïque, l'ancien empire achéménide, l'Inde, les golfes Persique et Arabique, on constatera que la carte du monde connu a été fixée par lui pour des siècles et qu'elle était très supérieure

aux modifications purement abstraites qu'y a apportées Cl. Ptolémée. Si l'on apprécie la valeur de cet effort là où Eratosthène avait, d'après Strabon, ses plus mauvais renseignements, c'est-à-dire pour l'Ibérie, la Gaule et la Bretagne, on verra qu'il en avait une notion beaucoup plus juste que celle qu'après la conquête romaine Strabon avait réussi à tirer d'une documentation très supérieure. On ne saurait mieux que par cette double observation montrer avec quelle conscience et avec quel jugement Eratosthène a bâti sa nouvelle représentation, si approximative pourtant, de l'oïcoumène.

3^e Les préliminaires de l'œuvre géographique d'Eratosthène

Avant de s'attaquer à la construction géométrique de la figure de la terre habitée, Eratosthène a résolu deux questions préliminaires pour lesquelles nous connaissons avec certitude la position qu'il a prise, sans pouvoir du reste en préciser le détail. La première est celle de l'insularité de l'oïcoumène, la seconde est celle de la division en continents.

A. — *L'insularité de l'oïcoumène*

Trois textes brefs, mais clairs et concordants, prouvent qu'Eratosthène considérait la terre habitée comme une île entourée par un Océan unique.

Les commentateurs du poème géographique de Denys le Périégète sont ici les témoins décisifs. La scholie de cet œuvre déclare à deux reprises que Denys, en sa qualité de « partisan » et d'« admirateur passionné » d'Eratosthène, a dit que la terre était entourée par l'Océan et que l'oïcoumène était comme une île autour de laquelle l'Océan formait un cercle. Eustathe rapporte que pour Denys l'Océan enveloppait la terre, conformément à l'opinion émise par Eratosthène. D'autre part Hipparque, cité par Strabon, rappelle que « selon Eratosthène lui-même toutes les mers extérieures unissent

leurs flots si bien que celle d'Occident et l'Erythrée ne font qu'un ». Malheureusement cette indication générale ne saurait être complétée que par des observations indirectes, tirées de quelques indices documentaires et de l'évolution des idées grecques en cette manière.

Evidemment il ne s'agit plus du tout ici du vieux mythe sur le fleuve Océan ni de la conception ionienne d'une terre toute ronde flottant sur la mer mondiale. Hérodote avait enterré l'un et l'autre sous le ridicule (II, 23, et IV, 36). Si certains auteurs de *periodos* avaient pu s'attacher encore à cette tradition à cause du fil conducteur commode qu'elle offrait pour une promenade autour du monde, elle avait été chassée de ce dernier refuge par Aristote (*Meteor.* II, 5 § 13), qui l'avait condamnée en la déclarant incompatible avec les découvertes de la science. Seulement le progrès même des explorations avait, pour des raisons purement expérimentales, remis sous une forme nouvelle cette théorie au rang des préoccupations géographiques. Nul ne croyait plus que l'oïcoumène fut un cercle fait « au tour » ; en raison du progrès mathématique on était même convaincu qu'étant contenue dans la zone habitable elle était nécessairement plus longue que large ; on laissait, selon le mot d'Aristote, « au raisonnement et à l'expérience » le soin de déterminer le dessin exact de ses côtes extérieures. Mais les résultats obtenus par tous les grands voyages par mer semblaient concourir à prouver qu'autour d'elle s'étendait un même Océan qui envoyait à l'intérieur des terres, en divers endroits, de grands golfes correspondant aux diverses mers intérieures. L'insularité de l'oïcoumène était ainsi devenue une des hypothèses reçues par les naturalistes et qu'Eratosthène mettait à la base de sa description. L'énoncé s'en trouvait dans Aristote (*de mundo* c. 3). « Dans le langage courant on partage l'oïcoumène ou terre connue en îles et continents, par suite de l'ignorance où l'on est trop communément que notre monde n'est lui-même qu'une seule île, entourée d'une mer

qu'on nomme l'Atlantique. Dans un sens plus restreint l'Atlantique est seulement la partie de l'Océan extérieur qui baigne les extrémités occidentales de la terre habitée, les autres parties de la mer environnante ayant aussi leurs appellations spéciales : au nord mer Boréale ou Cronienne, à l'Orient et au midi mer australe ou Erythrée ».

Depuis Aristote les voyages nouveaux confirmaient de plus en plus l'hypothèse. Pythéas l'avait vérifiée au nord jusqu'aux confins de la mer glacée ou Cronienne et très loin vers l'est à travers les brumes des pays de l'ambre ; il révélait de ce côté une situation semblable à celle qui avait été signalée avant lui pour l'Afrique par Hannon, qui disait avoir navigué vers l'orient pendant trente-cinq jours en gardant la côte à sa gauche. A l'autre extrémité de l'oïcoumène les explorations entreprises par les Séleucides, et notamment celle de leur amiral Patrocle, affirmaient qu'on pouvait aller par mer de la Caspienne à la côte orientale de l'Inde. Les explorations envoyées par les Ptolémées, et notamment celle de leur amiral Philon, montraient qu'au sud et à l'est du golfe Arabe s'ouvrait un vaste Océan, que tout indiquait comme étant le même que celui vu par l'amiral d'Alexandre, Néarque, dans son périple de l'Indus au golfe Persique. Et l'on savait qu'au delà du pays de la Cannelle la côte tournait vers le couchant d'hiver. Toutes les vraisemblances étaient donc en faveur de l'idée que les régions encore inconnues, comprises entre les fractions déjà explorées de la bordure de l'oïcoumène, constituaient elles aussi le littoral de l'océan mondial : ainsi l'oïcoumène apparaissait comme une sorte d'île aux formes irrégulières et dentelée par des mers intérieures. La grandeur et la similitude des marées dans toutes les parties connues de cet océan extérieur étaient aussi interprétées déjà comme des preuves de l'unité de l'océan.

Eratosthène n'avait donc pas plus de raisons de rejeter cette hypothèse des naturalistes qu'il n'en avait de ne pas adopter le postulat de la sphéricité de la terre. Il ne semble pas qu'il

ait cherché à la prouver. Nous savons seulement (II A 9, 10 et 11) qu'il a utilisé dans sa description régionale des données de Hannon et qu'il a accepté les affirmations de Patrocle. Nous voyons aussi qu'il a renforcé et complété la théorie. On peut admettre en effet avec Hugo Berger que Strabon ne fait que traduire la pensée d'Eratosthène lorsqu'il remarque (I, 1 § 8), presque dans les mêmes termes que lui, que seule l'immensité de la mer Atlantique a empêché de faire le tour du monde : « ceux qui l'ont essayé, ajoute-t-il, sont revenus en disant qu'ils y avaient été forcés non pour avoir rencontré quelque partie du continent qui fermait le passage mais par le manque de vivres et le défaut de secours, sans que la mer cessât d'être ouverte devant eux (1). » Et Eratosthène a lui-même tiré de cette constatation un corollaire pratique qui a eu les plus grandes conséquences pour nous, puisqu'il a conduit Colomb à découvrir ainsi l'Amérique. « Sans l'obstacle que constitue la grandeur de la mer Atlantique on pourrait parcourir en bateau, d'Ibérie en Inde et en suivant le même parallèle, ce qui reste de ce parallèle quand on en a retranché la longueur de la terre habitée » (II A 6).

Ainsi Eratosthène a donné une expression particulièrement

1. Voici pourquoi, d'après moi, Strabon peut être considéré comme exprimant ici les idées qui ne sont pas les siennes et qui sont évidemment conformes à l'opinion d'Eratosthène. En ce passage du début de son ouvrage il dit que tout prouve que l'oïcoumène est une île et au cours de son développement il déclare : « il n'est point probable que la mer Atlantique soit divisée en deux par des isthmes qui empêcheraient seuls de naviguer tout autour de la terre : on doit plutôt penser qu'elle est une et continue. »

Or lorsqu'Eratosthène expose la même idée (II A 6) Strabon déclare en son nom personnel que le raisonnement n'est pas juste et que sur le parallèle d'Athènes il peut exister deux oïcoumènes et peut-être davantage.

Comme il est certain qu'il traduit ici sa propre pensée il faut donc qu'il ait antérieurement été l'écho de celle d'un autre, qui aurait justement dit à même chose qu'Eratosthène.

heureuse à l'hypothèse alors admise sur l'insularité de l'oïcoumène. Mais aucun document ne nous autorise à dire que dans le dessin de ses sphragides il avait par un tracé littoral imaginaire, ou pour parler comme Hugo Berger par une ligne auxiliaire, relié les points extrêmes atteints par les explorateurs divers de l'Océan. C'est encore là une inexactitude de plus à l'actif de toutes les cartes traditionnelles du système d'Eratosthène et de l'exposé du philologue de Leipzig.

B. — *Le rejet des divisions traditionnelles de l'oïcoumène*

A partir du moment où les connaissances géographiques d'un peuple cessent d'être bornées au voisinage immédiat de sa patrie naît le besoin de grouper les parties du monde qu'il connaît en ensembles plus ou moins étendus. Les Grecs n'ont pas fait exception à la règle mais ils paraissent s'être distingués par une richesse particulière de types de division de la terre habitée. Au contraire les grands peuples d'Asie, même les plus civilisés, se contentaient de notions régionales, basées sur des caractères physiques tranchés ou sur le nom des populations ou Etats, et se bornaient à y superposer une distinction vague entre les pays tournés vers le lever ou le coucher du soleil. « Aux anciens peuples civilisés d'Asie, dit Ritter, et jusqu'aux Arabes, Persans et Chinois d'aujourd'hui, le concept de différentes parties du monde est resté absolument étranger. Il leur manquait, en effet l'idée nette de leur situation dans le monde (Weltstellung). Tous ne parlent que d'un pays où le soleil se lève et d'un autre où le soleil se couche ; le pays qu'ils habitent est le milieu de la terre, l'Empire du milieu (1). Tout au plus trouvons-nous chez les Hébreux des divisions en races : Sem, Cham et Japhet. » Encore savons-nous maintenant que cette division en races correspondait à une répartition orientée du Nord (Japhet)

1. J'ajouterais « ou le pays du soleil levant ».

jusqu'au Midi (Cham). Les Grecs au contraire se sont préoccupés sans cesse de partager l'oïcoumène en parties cohérentes et conformes à une définition précise : d'Homère à Eratosthène les tentatives de ce genre se sont succédé en se combinant ou en se remplaçant, sans jamais d'ailleurs se détruire complètement. La distinction archaïque entre les pays du levant (Anatolie) et du couchant (Hespérie), ou de la lumière et de l'ombre (Homère), n'a jamais disparu de la pratique populaire et il en reste encore des traces dans la nomenclature géographique. L'opposition entre les pays hellènes ou civilisés et les pays étrangers (barbares) a survécu à l'empire romain lui-même. La division en continents est demeurée dans toute l'antiquité la notion géographique courante et elle dure encore aujourd'hui. Le partage du monde connu en régions abstraites ou théoriques, d'après des principes physiques ou géométriques, a pris, d'Hérodote à Eratosthène, sa forme définitive et nous voyons que la tradition n'en est pas effacée. Ce besoin d'introduire de la logique dans la description géographique du monde a été dans l'antiquité un des traits caractéristiques du génie grec. Il a même trouvé dans la mythologie héroïque une expression populaire et poétique : l'enlèvement de la vierge Europe par Zeus, déguisé en taureau en est le plus célèbre exemple (1) ; la personnification des continents et l'attribution à ces créations artificielles de qualités physiques et morales particulières est une autre manifestation de cette tendance (2).

1. Il y a eu toute une série de héros éponymes, mâles et femelles, des deux continents. Hégésippe compte trois Europes : une fille de l'Océan (Hésiode) ; une phénicienne, fille d'Agénor et sœur de Cadmus, enlevée par Zeus et qui aurait été mère de Minos, Eaque et Rhadamanthe : enfin une Thrace qu'Hégésippe considère comme ayant été celle qui a donné son nom au continent. Mais il y a aussi une Asia qui fut femme ou mère de Prométhée ; une Libya fille de l'Océan. En revanche Eustathe (*ad. Dionys.*, vers 170) dérive les noms des trois continents de héros appelés Europos, Asios et Libyos. Il assure que Lycophron admettait la généalogie d'origine lydienne donnée pour Asia, etc.

2. Cf. *infra*, p. 228.

Cependant les Grecs n'ont jamais cru qu'il existât des divisions naturelles et indiscutables de l'oïcoumène ; ils n'ont pas été dupes de leurs inventions. Ils ont simplement cherché à faire cadrer leurs procédés de partage avec les idées admises ou les connaissances courantes de leur temps : aussi leurs opinions diverses sur ce point n'ont-elles jamais exercé une influence dominante ou directrice ; elles étaient considérées seulement comme des moyens d'exposition géographique. Strabon nous apprend qu'Eratosthène a rejeté expressément les deux systèmes qui étaient alors en usage : le grand alexandrin obéissait ici évidemment au désir de faire place libre pour le nouveau mode de partage qu'il entendait proposer. Strabon n'a gardé que le principe du développement d'Eratosthène et il a insisté surtout sur la question des continents. Suivons-le.

Eratosthène paraît s'être attaché à montrer les difficultés pratiques et surtout l'inutilité de la division en continents (II C 22) : « Il observe qu'on a beaucoup raisonné sur la division en continents. On en a fait tantôt des îles séparées par le Nil et le Tanaïs, tantôt des presque-îles séparées au moyen des isthmes qui se trouvent l'un entre la mer Caspienne et le Pont-Euxin, l'autre entre l'Ecregma (1) et l'Erythrée. Mais il déclare ne pas voir quelle utilité pratique pourrait avoir une telle recherche, qui est plutôt du ressort de ceux qui, comme Démocrite, vivent uniquement de disputes (2). Là où il n'y a pas de limites soigneusement tracées, par des colonnes ou des barrières (et c'est le cas pour Colyttus et Mélitté par exemple) on peut bien constater d'une manière générale que là est Colyttus et ici Mélitté, mais on

1. L'Ecregma est le nom du grau du lac Sirbonis sur la Méditerranée.

2. Ce membre de phrase a provoqué d'assez sérieuses discussions, mais l'usage constant s'est établi de le traduire ainsi. On trouvera dans la traduction française de Strabon le meilleur résumé de la question. Hugo Berger (*Fragments d'Eratosthène*, p. 165) énumère les savants à qui l'on doit la vraie interprétation : il cite Xylander, Groskurd et Forbiger... et il oublie naturellement Coray et Tardieu.

ne saurait dire qu'il y a des limites ; c'est même pourquoi il y a souvent des conflits à propos de certains pays, comme entre les Argiens et les Lacédémoniens à propos de Thyrée, entre les Athéniens et les Béotiens à propos d'Oropos. D'ailleurs les Grecs, quand ils ont donné des noms aux trois continents, n'ont pas envisagé l'oïcoumène mais simplement leur pays et celui d'en face, la Carie, où sont établis maintenant les Ioniens et leurs voisins. Avec le temps, comme ils allaient toujours plus avant et que les découvertes s'accroissaient, la division est devenue celle d'aujourd'hui. »

Je n'ai pas à faire ici l'histoire de l'évolution de la notion de continents : elle serait d'ailleurs assez longue et compliquée. La pensée d'Eratosthène, qui seule nous intéresse, est assez claire pour n'avoir pas besoin de longs commentaires. Elle comprend deux éléments distincts. Le premier est une genèse rapide de la conception courante, mais faite seulement à titre accessoire et pour confirmer le caractère empirique et vague inhérent à cette notion ainsi que l'impossibilité de fonder sur elle une division satisfaisante et précise de la terre habitée. Ici, comme pour la critique homérique, les idées d'Eratosthène se rapprochent tout à fait des nôtres. On sait que le principe de la division en continents est apparu à une date relativement récente. Homère ne la connaissait pas ; la première fois qu'on rencontre les mots Asie et Europe, ils sont appliqués à un pays particulier de chaque rivage de la mer Egée (1) ; c'est Hérodote qui met le débat en vedette en présentant cette conception comme une des idées ioniennes qu'il combat âprement (IV, 36 et 45). Nul ne conteste plus que la division en continents soit dérivée de la généralisation empirique d'une situation géographique locale ni que le progrès des découvertes ne soit venu sans cesse lui infliger, sauf à

1. Pour l'Asie, Homère (IL. II, 461) parle du marais d'Asie sur les bords du Caystre. Pour l'Europe, l'Hymne à Apollon Pythien (v. 72-73) énumère parmi les pèlerins les peuples de l'Europe, en opposition avec ceux de l'île de Pélopes et des îles qu'entoure la mer.

l'ouest, des démentis qui ont provoqué, soit dans le nombre des continents, soit dans les limites qu'on leur attribuait, des variations perpétuelles dont Eratosthène a bien défini le principe et dont aucune n'apportait une solution décisive ni pleinement satisfaisante. Or les progrès de la mathématique, et de la géométrie en particulier, poussaient les savants à chercher pour la division de l'oïcoumène une base logique, mesurable et méthodiquement tracée sur la carte. Aussi la tendance croissante était-elle de remplacer les continents par des sections artificielles, solidement établies sur des observations scientifiques. Avant Eratosthène, Dicéarque avait rejeté la notion de continents et lui avait substitué un partage en deux moitiés situées au nord et au sud d'un parallèle fondamental traversant la Méditerranée et l'Asie. Après Eratosthène, Posidonius a blâmé la division admise en continents et proposé de partager la terre en bandes ou zones parallèles à l'équateur et contenant chacune une nuance de température, de flore et de faune. Eratosthène a imaginé les sphragides que nous verrons plus loin et qui constituent la tentative la plus parfaite en ce genre. C'est pour en préparer l'exposé qu'il a insisté sur l'inutilité de divisions aussi vagues et incertaines. Les exemples, en apparence bizarres, qu'il a choisis à l'appui de cette affirmation, sont en réalité très caractéristiques : aussi bien pour les deux cantons attiques voisins, Colyttos et Mélitté, que pour la frontière politique de l'Argolide ou de la Béotie, la seule réalité solide est une limite tracée sur le terrain par des signes conventionnels ; n'est-ce pas là le principe même du système des sphragides ? On retrouve ainsi une fois de plus, à propos des continents, l'unité de composition et de pensée qui caractérise l'œuvre d'Eratosthène.

Strabon n'indique pas qu'Eratosthène ait autant insisté sur le second mode de partage de l'oïcoumène qu'il a également rejeté. Il parle seulement de la condamnation par lui, en s'appuyant sur l'autorité d'Alexandre le Grand, des gens qui

divisaient l'ensemble des peuples de la terre en deux catégories : les Grecs et les Barbares. Mais le bref et gauche commentaire de Strabon permet de constater qu'il s'agissait bien là d'un sectionnement de l'oïcoumène d'après le degré de civilisation des peuples. On ne peut savoir si le développement d'Eratosthène n'était pas plus étendu que ne le laisserait supposer la citation qu'en a faite Strabon. En effet la tradition ainsi rayée de la géographie, pour n'avoir pas eu le retentissement de la précédente, n'en était pas moins vivante dans la Hellade. Elle paraît avoir été plus récente et se rattacher aussi aux Ioniens par ses origines. C'est Hippocrate qui lui a, le premier, donné une forme claire. (*Traité des lieux*, 12, 16 et 23). Raisonnant en médecin, Hippocrate avait cherché à déterminer l'influence des milieux sur la vie et le caractère des hommes. Il avait ainsi établi entre l'Asie et l'Europe une différence radicale de nature, à laquelle correspondait chez leurs habitants une différence morale radicale. Tout ce qui vient en Asie est beaucoup plus beau et plus grand ; le climat y est meilleur et les peuples y ont un caractère plus doux et plus docile. L'Asie ressemble au printemps, l'Europe aux saisons extrêmes. Les Asiatiques sont moins belliqueux, car ce sont les changements du tout au tout qui éveillent l'intelligence et la tirent de l'immobilité. Les Européens diffèrent plus entre eux que les Asiatiques parce que chez eux les saisons sont plus variées ; aussi chez eux prédominent les naturels farouches et la rudesse et ne veulent-ils pas de rois etc. Ce sommaire des vues d'Hippocrate montre que c'est de lui que sont dérivées la personnification des continents et les qualités spécifiques, physiques et morales, qu'on leur a plus tard attribuées. Hérodote, dans sa réaction violente contre les Ioniens, avait en somme laissé la question du partage de l'oïcoumène sur le même terrain. Pour lui la division naturelle et pratique est celle en peuples : « L'Egypte est pour moi le pays des Egyptiens comme la Cilicie est le pays des Ciliciens et l'Assyrie le pays des Assy-

riens. Je ne connais nulle autre limite entre l'Asie et la Libye que la frontière des Egyptiens (II, 17). » Au fond les deux tendances pouvaient se compléter l'une l'autre. C'est ce qu'a tenté Ephore, contemporain d'Aristote et de Dicéarque. Dans son traité sur l'*Europe* il dit que « tout l'espace, tant du ciel que de la terre, se partageant en quatre parties, les Indiens occupent le côté de l'Apeliotes, les Ethiopiens celui du Notos, les Celtes celui du couchant et les Scythes celui de Borée. L'Ethiopie, ajoute-t-il, est plus grande que la Scythie, car les Ethiopiens semblent s'étendre du levant au couchant d'hiver (1). » Au centre se trouvent naturellement les Grecs entourés par les Barbares de l'ouest est de l'est. Cette tentative de division de l'oïcoumène par Ephore est d'autant plus curieuse qu'elle constitue un essai de fusion entre les données physiques, politiques et morales. D'ailleurs un passage de Strabon (II, 5 § 28) montre que les idées de ce genre ont survécu à Eratosthène.

La position prise par celui-ci n'en est pas moins très nette et analogue à celle adoptée pour les continents. Pour lui une telle méthode, exposée aux vicissitudes historiques, ne saurait fournir des divisions fixes et stables. Elle repose d'ailleurs sur une erreur de principe. « Les hommes ne se distinguent entre eux que par les bonnes et mauvaises qualités de chacun. Et parmi ceux qu'on appelle Barbares il y a des peuples très civilisés comme les Indiens, les peuples de l'Ariane (Perses sans doute), les Romains et les Carthaginois. Chez les Grecs au contraire il y en a qui ne sont guère estimables. » Ce jugement objectif est vraiment humain fait le plus grand honneur à Eratosthène.

On connaît maintenant la manière dont il a fait table rase de tout ce qui pouvait gêner l'exposé de son propre système.

1. Strabon (I. 2 § 28) ne cite qu'une partie du développement d'Ephore. Le passage complet se trouve dans Cosmas-Indicopleustes.

CHAPITRE III

LA DESCRIPTION GÉOGRAPHIQUE DE L'OICOUMÈNE 3° MESURE GÉNÉRALE & DESCRIPTION PÉRIÉGÉTIQUE

Eratosthène a divisé en deux parties différentes l'exposé de ses propres idées géographiques : dans la première il traite de la mesure générale de l'oïcoumène ; dans la seconde il en décrit méthodiquement les diverses sections ; entre les deux, à la fin du deuxième mémoire, se trouve la discussion sur les continents et sur le partage par peuples. Bien que ce soit là l'essentiel de son ouvrage il ne semble pas que le développement original ait été très étendu, même dans le dernier livre.

1° La mesure générale de l'oïcoumène

A. — *Définition de l'oïcoumène par rapport à la sphère*

Il est hors de doute qu'Eratosthène a commencé par une application à son sujet des conclusions de son traité *sur la Mesure de la terre*. Si l'on accepte l'interprétation donnée dans mon Etude bibliographique, on admettra que les paragraphes 1 et 6 du ch. 4 livre I de Strabon doivent être considérés comme indiquant par leur ensemble le sommaire du développement d'Eratosthène.

En ce cas il a d'abord précisé quelle était sur le globe terrestre la place occupée par l'oïcoumène. Rappelant la forme sphérique attribuée comme postulat astronomique à la terre ainsi qu'à l'univers il montrait qu'elle avait pour corollaire

mathématique la division de sa surface en zones et que, l'habitabilité ayant pour domaine la zone tempérée, c'est dans la zone tempérée boréale que se trouvait notre oïcoumène. Il en concluait qu'en principe rien ne s'opposait à ce qu'elle s'étendît à tout le pourtour de la zone et que, la surface d'une zone étant nécessairement plus étendue d'ouest en est que du nord au sud, l'oïcoumène avait ainsi une longueur et une largeur et qu'elle tendait à confondre sa longueur avec celle du parallèle, en projetant ses extrémités l'une vers l'autre. Mais en fait chacune de celles-ci donne sur l'Océan. Eratosthène, s'appuyant sur la loi physique d'équilibre de l'élément liquide constatait que l'océan ne saurait empêcher la terre d'avoir une forme sphéroïdale ; par suite l'immensité de l'Atlantique était le seul obstacle qui empêchât de se rendre par mer d'Ibérie en Inde.

Il est probable qu'il développait cette idée par les arguments dont nous avons admis que Strabon avait été l'écho. En ce cas il aurait suivi la tradition aristotélicienne et fait appel pour démontrer sa thèse au raisonnement et à l'expérience. Il aurait constaté que, si loin qu'ils aient été poussés tant vers le nord ou le sud que vers l'est ou l'ouest, les voyages exécutés à partir des extrémités de l'oïcoumène avaient toujours rencontré devant eux une mer ouverte. Par conséquent il était plus logique d'admettre l'unité de l'océan extérieur que de le supposer coupé par des isthmes : personne n'avait jamais entendu parler de ceux-ci et ils n'auraient pu être qu'assez étroits ; en effet les voyages au large avaient été poussés loin dans le sens du parallèle et la zone était occupée pour un tiers de sa longueur par l'oïcoumène. Peut-être plaçait-il là l'observation physique sur la similitude des marées dans l'océan extérieur ou du moins sur leur grande analogie. J'incline d'autant plus à le croire que le passage de Strabon qui vient d'être résumé précise qu'Hipparque avait combattu vivement cette façon de voir qu'admit pleinement Posidonius. Ce serait probablement alors qu'Eratosthène serait passé à

l'affirmation de l'insularité de l'oïcoumène, comme dernière hypothèse empruntée aux naturalistes (1).

Ce début du système ératosthénien a déjà en même temps qu'une rigueur logique parfaite un caractère un peu théorique que nous retrouverons plusieurs fois dans le reste de la Géographie ; malgré son goût pour les réalités Eratosthène s'est laissé entraîner par l'esprit d'abstraction des mathématiciens purs. Le gros bon sens de Strabon voyait juste lorsqu'il répondait que dans les deux tiers inconnus de la zone il pouvait bien exister une ou plusieurs autres oïcoumènes : si l'erreur d'Eratosthène a aidé au voyage de Colomb, c'est Strabon qui a le premier pensé à l'existence de l'Amérique.

B. — *Définition métrique de l'oïcoumène*

Après cette étude géométrique de la terre habitée Eratosthène en a déterminé les deux dimensions fondamentales, la largeur et la longueur. On ne saurait, dans l'état actuel de notre documentation, si pauvre en ce qui touche Dicéarque, faire le départ de ce qui revient dans ce domaine à chacun des deux fondateurs de la nouvelle carte. On découvre entre eux des analogies sous lesquelles on aperçoit de très grosses différences. Dicéarque a évalué un arc de méridien mais c'était au moyen des procédés astronomiques anciens et la distance, très grande, entre Syène et Lysimachie était tirée de grossières évaluations traditionnelles : aussi comptait-il 20.000 stades là où Eratosthène en a mesuré 13.000. Dicéarque a tracé avec

1. On aimerait à savoir pourquoi Strabon n'a rappelé qu'indirectement par une citation d'Hipparque l'opinion d'Eratosthène sur ce point. Il y a toutes sortes de raisons de croire qu'il le comprenait dans les mots qui *καὶ τὰ ἄλλα τὰ τοιαῦτα* terminent son résumé.

On peut supposer avec quelque vraisemblance que l'idée lui paraissait évidente et qu'ayant été énoncée par lui comme telle au début de son ouvrage et en employant les arguments mêmes d'Eratosthène il jugeait inutile d'y revenir plus en détail.

beaucoup de soin un parallèle moyen divisant en deux la Méditerranée et l'Asie et il affirmait déjà que, dans ce continent, ce parallèle suivait la grande chaîne du Taurus-Imaüs. C'est une vue qui a servi de base à la réforme de la carte d'Asie par Eratosthène mais celui-ci a modifié sur certains points le tracé général de la ligne fondamentale de Dicéarque. D'ailleurs le texte d'Agathémère (*Geographi graeci minores*, II p. 472 Muller) ne dit pas que Dicéarque avait construit sa carte en combinant ce parallèle et cet arc de méridien, c'est-à-dire en appliquant pour la première fois le principe des coordonnées géographiques. On n'indique pas en effet où ces deux droites se seraient coupées et Rhodes ne figure pas parmi les points traversés par la ligne de Dicéarque. On sait qu'il établissait un rapport entre les deux dimensions, mais nous savons aussi qu'il l'empruntait à Démocrite, c'est-à-dire qu'il se contentait d'une opinion traditionnelle. Il est certain qu'Eratosthène doit à Dicéarque mais on ne peut dire exactement quoi. Si l'on s'en tient à la lettre des documents on pensera que Dicéarque a exécuté un certain nombre de mesures isolées et partielles, tant d'orométrie que de latitude, mais que l'essentiel de son système reste le partage de l'oïcoumène en deux versants par un parallèle déterminé avec assez de soin mais que son successeur n'a pas conservé tel quel, alors qu'après Eratosthène le tracé n'a plus varié.

Ce serait donc à Eratosthène que reviendrait le mérite d'avoir mesuré exactement les deux dimensions de l'oïcoumène et d'avoir appliqué le principe des coordonnées pour la construction de la carte. On peut remarquer d'ailleurs que son méridien a été tracé dans toute la largeur de la terre habitée et mesuré avec soin, en lui appliquant, comme l'indique Strabon (I, 4 § 1) la méthode et les résultats de son évaluation du plus grand cercle et de ses observations sur les zones. D'après Strabon lui-même Eratosthène a distingué dans les 38.000 stades qu'il donne comme largeur à l'oïcoumène : 1° les intervalles mesurés sur le méridien de Méroé ; 2° l'addi-

tion approximative de 3.400 stades qui les complète au sud, pour aller jusqu'aux latitudes, réputées égales, de l'île des Egyptiens sur le Haut Nil, de la côte de la Cannelle et de Taprobane. Toutes les stations placées sur le méridien, sauf une, ont été déterminées astronomiquement : Méroé l'a été par les observations de Philon contrôlées par Eratosthène par rapport à Syène ; Alexandrie, grâce à l'observatoire du Musée, l'Hellespont, grâce à celui de Lysimachie, étaient connues avec exactitude ; Denys le Périégète (III A 38) a conservé la mesure astronomique qui plaçait le Borysthène sous le front du Bélier et sous le méridien des Cyanées, c'est-à-dire de l'Hellespont et Eratosthène savait (II C 7) que le soleil au tropique d'hiver s'y élevait de neuf coudées ; Thulé était donné par une mesure de Pythéas qu'Eratosthène prend soin de rappeler (6 jours de navigation au nord de l'île Britannique). Eratosthène pousse la précaution jusqu'à marquer par un mot la marge de son approximation : pour l'Hellespont où le lieu n'est pas absolument précisé il dit « environ » ; pour Thulé où il s'appuie sur une distance en jours de navigation il ajoute « près de ». Sa mesure de longueur n'est pas moins nette. Il la définit, de l'Inde aux Colonnes, au moyen de stations précises rattachées à des accidents physiques connus (caps, fleuves, ville de Carthage, défilé des Portes Caspiennes) ; les intervalles sont estimés pour la presque totalité au moyen de stadiasmes par terre ou par eau (périples de Pythéas et Timosthène, bématistes et navigation du Bas Gange). La seule faiblesse est due à l'addition théorique de 2.000 stades à chaque extrémité ; elle était faite pour rester en conformité numérique avec l'hypothèse admise, en vertu de laquelle la longueur devait être au moins double de la largeur.

Ainsi il n'y a aucune comparaison possible entre les mesures transmises sous le nom de Dicéarque et celles dérivées d'opérations claires exécutées par Eratosthène. C'est à ce dernier seul qu'on a droit d'attribuer l'établissement positif des deux coordonnées fondamentales de l'oïcoumène ;

c'est son travail qui a servi de base désormais à la carte du monde : Strabon lui-même en a gardé la plus grande partie. Il en a été ainsi jusqu'au jour où Marin de Tyr et Ptolémée sont venus fausser la réalité pour l'adapter à leurs erreurs géométriques.

Nous avons maintenant à examiner les deux dimensions établies par Eratosthène.

Prenons-les d'abord isolément.

La largeur apparaît comme plus sûre que la longueur. Sans doute chacune de ses deux extrémités soulève une difficulté. Il n'est pas besoin d'aller comme Strabon jusqu'à traiter Pythéas de menteur ni de procéder à des comparaisons toujours incertaines avec d'autres voyages ni d'analyser dans le détail l'opinion même de Pythéas pour constater qu'en adoptant ses informations Eratosthène use de données de nature médiocre : les journées de navigation, fussent-elles de Pythéas, sont un moyen de mesure très inférieur à celui des longueurs d'ombre ; l'affirmation que le point atteint se rapprochait de la mer Glacée et était voisin du cercle arctique est de moindre valeur encore. Or Pythéas n'a jamais dit autre chose (1). D'autre part l'extension de la terre habitée à 3.400 stades au sud de Méroé et par conséquent à 8.400 stades du tropique soulevait une double objection. Elle apparaissait à certains comme excessive à cause de la prétendue inhabitabilité de la zone torride (2). Si l'on admettait que la

1. Sans doute la tradition a peu à peu précisé davantage le témoignage de Pythéas. On lui a attribué l'affirmation que Thulé était exactement sous le cercle polaire (Cléomède, Strabon) et on a précisé le fait au moyen d'idées théoriques qu'on pouvait trouver dans tous les manuels (Capella, Solin, Eustathe) : on a dit ainsi que le jour, une fois par an, y était de vingt-quatre heures ; que le tropique d'été y était tout entier au-dessus de l'horizon. Pline a même été jusqu'à prêter à Pythéas la constatation, « à six jours de navigation de la Bretagne », de jours de six mois. Mais Eratosthène (cité par Strabon) et Geminus, comme plus tard Cosmas Indicopleustès, s'en tenaient exactement au document.

2. C'était l'opinion d'Aristote.

On pourrait se demander aujourd'hui s'il n'y a pas à ce point de vue

limite géométrique des zones ne se confondait pas nécessairement avec la limite de la terre habitable, on trouvait excessif d'étendre ainsi l'oïcoumène sur plus de moitié de l'espace compris entre le tropique et l'équateur. Les connaissances sur Taprobane, la côte de la Cannelle et l'île des Egyptiens exilés étaient encore très vagues et pour affirmer que ces pays étaient sous la même latitude on avait même recours à des similitudes de flore et de faune. Ainsi il y avait un contraste frappant entre les bases des stations extrêmes et celles, toutes astronomiques, des autres : encore parmi ces dernières les plus sûres étaient-elles à Syène et à Alexandrie, où Eratosthène avait observé lui-même. On sait qu'Hipparque s'en est rapporté ici à Eratosthène ; la carte de Strabon ne montre guère de modifications qu'au nord de Rhodes et de là jusqu'au Borysthène les corrections ne sont pas très considérables ; seule la limite septentrionale est abaissée des deux tiers vers le sud. Si l'on examine le tracé de la ligne de largeur par rapport au méridien vrai la même constatation s'impose : Peschel, qui a comparé les deux tracés et en a donné une figure intéressante (1) nous permet de constater que l'approximation est sensiblement égale dans l'ensemble à celle obtenue pour l'arc Syène-Alexandrie.

La longueur, dans ses mesures réelles, n'a pas par elle-même soulevé dans l'antiquité beaucoup plus de critiques. Sa moitié orientale, constituée par la grande chaire taurique, a dans son orientation et dans sa longueur paru offrir une

entre la construction de la carte d'Eratosthène et la peinture physique des zones qui se trouve dans l'Hermès une contradiction. On sait que Berger et Muellenhoff avaient cherché à la lever par des conjectures différentes. Il suffit de regarder le texte de l'Hermès pour résoudre la difficulté. Seules les deux zones glacées sont déclarées inaccessibles aux hommes (*ἀνέμβατα*). La zone torride est présentée comme brûlée par les feux du soleil, mais on ne la déclare pas inaccessible. D'ailleurs le pays brûlé (éthiopie) a toujours été considéré comme pouvant avoir des habitants : leur nom, comme celui de la région, vient du verbe *αἶθω*. Il ne faut pas chercher dans les textes plus que ce qu'ils disent.

1. Elle est reproduite par Tozer.

exactitude très satisfaisante : malgré quelques variations dans les détails, on ne relève ici entre les données d'Eratosthène et de Strabon qu'une différence insignifiante dans la longueur (1.300 stades en moins chez Strabon sur 49.300 entre Rhodes et le cap Tamaros). Pour la traversée de la Méditerranée il n'y a eu qu'un changement dans la répartition intérieure des distances : Strabon a transporté presque exactement à la Méditerranée orientale les mesures d'Eratosthène pour la Méditerranée occidentale et réciproquement ; mais le total est resté le même (34.500 stades) ; la ligne a continué à passer par les mêmes points. Eratosthène a eu pour la longueur plus de succès encore que pour la largeur. La seule divergence qu'on constate vient de la suppression des 2.000 stades fictifs ajoutés à chaque extrémité de l'oïcoumène afin d'accentuer le rapport traditionnel entre les deux dimensions (1). Ce n'était que la conséquence de l'extension de la largeur vers le nord sur la foi de Pythéas. Quand on examine dans le détail la manière dont a été tracé ce parallèle on constate qu'il ne correspond pas plus que le méridien à ce que nous appelons une ligne. J'ai cité dans mon étude bibliographique (p. 167) les textes de Strabon qui expliquent avec quelle approximation Eratosthène avait conscience de travailler. Il avait pu d'ailleurs la mesurer ici plus exactement que pour l'arc Syène-Alexandrie parce que les observations de latitude étaient plus faciles et plus sûres. Il avait déclaré lui-même qu'il y avait 400 stades (environ 67 kilomètres d'après mon évaluation du stade) de distance entre le parallèle de Rhodes et celui d'Athènes et qu'il y avait au gnomon des différences sensibles entre les parallèles d'Athènes, de Rhodes et de Carie. Néanmoins il estimait que ces différences étaient négligeables et il appelait sa ligne le parallèle de Rhodes et d'Athènes. Hipparque, si sévère pourtant dans ses critiques

1. Démocrite puis Dicéarque avaient fixé la longueur à une fois et demie la largeur. Eudoxe disait que l'une était double de l'autre. Eratosthène la déclarait plus du double.

et astronome réputé, reconnaissait que ces inexactitudes étaient inévitables et ne repoussait de telles variations que lorsqu'elles se chiffraient par milliers de stades. En somme on pensait alors avoir obtenu un résultat très satisfaisant quand on arrivait seulement à un écart de 300 stades, c'est-à-dire quand on ne dépassait pas la limite à l'intérieur de laquelle l'aspect du ciel reste sensiblement le même à l'œil nu. Il ne faudrait, à mon sens, tirer de ces insuffisances par rapport à nos méthodes aucune conclusion péjorative. Mais elles nous donnent de la science antique une image évidemment différente de celle que longtemps on lui a bénévolement attribuée.

Les coordonnées géographiques fondamentales se présentent ainsi à nous comme des bandes ayant au moins la largeur d'un *clima* au sens ancien du mot et pouvant, selon les endroits, varier en largeur du simple au triple sans que cela choquât personne. Les erreurs commises par rapport au parallèle vrai dépassent encore celles commises par rapport au méridien vrai. Dans ces conditions ce serait un peu perdre son temps que d'établir une comparaison entre le trente-sixième degré de latitude nord et le diaphragme de Dicéarque révisé par Eratosthène. Tout au plus peut-on s'étonner que l'on n'ait guère à relever dans la largeur de l'oïcoumène jusqu'au Borysthène et dans la longueur de la Méditerranée que des erreurs qui dépassent rarement deux degrés.

2° La description périégétique

La seconde partie de la description géographique de l'oïcoumène est moins connue, bien qu'elle soit la plus curieuse de l'œuvre d'Eratosthène. Ce n'est pas qu'il n'ait eu ici des prédécesseurs : Dicéarque et Hippocrate avaient divisé le monde en deux versants ayant entre eux une différence essentielle de climat ; Hérodote, pour le principe même généralisé par les sphragides, a ouvert la voie dans laquelle Era-

eratosthène s'est engagé. Mais il y a loin de ces ébauches au système complet harmonieusement disposé par lui sur toute l'étendue de la terre habitée. Les commentateurs d'autre part ont été ici particulièrement rares. Seidel est le premier qui ait entrevu l'importance de la question mais jusqu'à Hugo Berger, dont les observations sans être complètes ont été cependant déjà clairvoyantes et assez étendues, personne n'a fait autre chose que côtoyer quelques instants la périégèse ératosthénienne.

Il s'agit ici de questions assez simples en elles-mêmes et qui sont en quelque sorte la conclusion logique de l'ensemble du présent travail.

La méthode

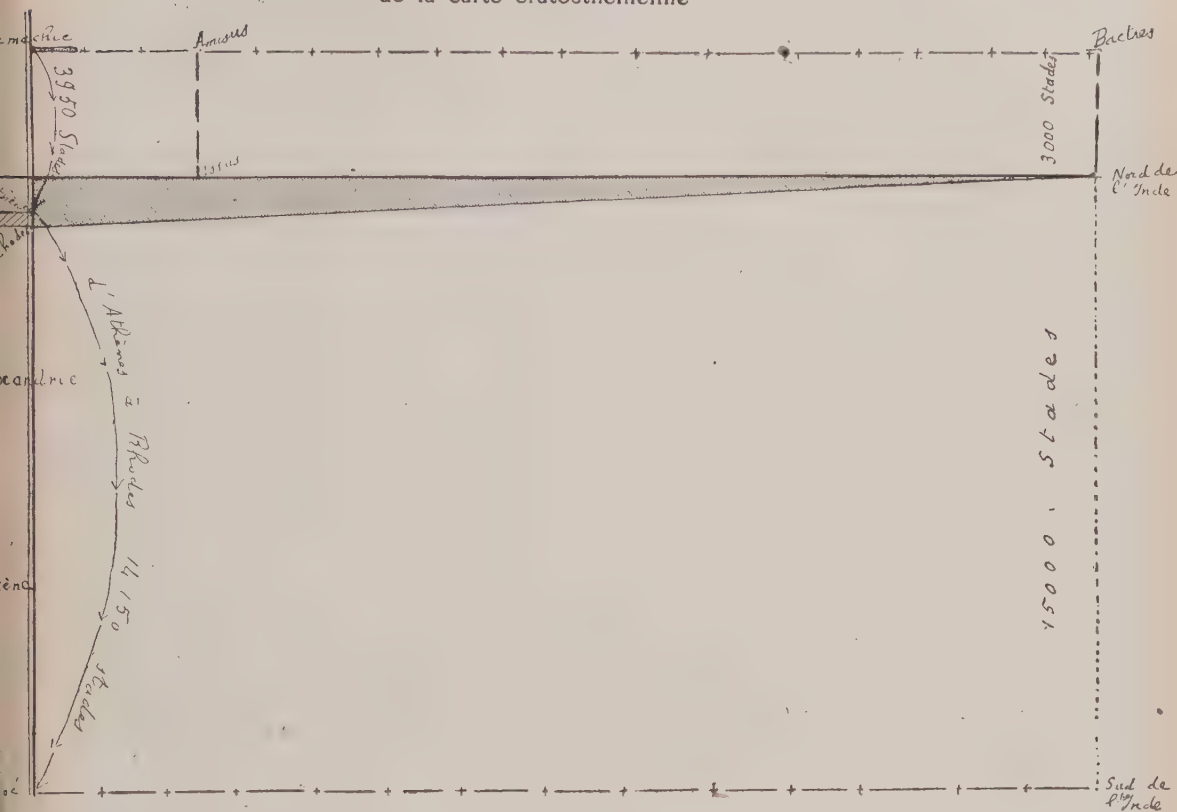
Eratosthène s'était proposé comme but de donner de l'oi-coumène une image géométrique facile à construire et calquée aussi exactement que possible sur la réalité. Il avait, grâce à une application de sa mesure de la terre, déterminé dans le sens de la longueur et de la largeur deux bandes minces, assimilables à ses yeux à des droites, et se coupant à angle droit à Rhodes, au vieil observatoire naturel de l'Atabyrion, devenu alors un observatoire astronomique. Par une première application du principe des coordonnées il disposait ainsi de deux lignes de repérage auxquelles il pouvait rapporter tous les lieux du monde. Il ne lui restait donc plus qu'à construire sur ces axes la carte qu'il rêvait.

Pour cette œuvre il disposait de matériaux abondants et variés dont il n'a négligé aucun, tout en établissant entre eux une hiérarchie d'après leur valeur intrinsèque. Il mettait au premier rang les mesures parfaitement ou relativement exactes mais exprimées en chiffres ; le reste ne venait que comme complément et faute de mieux. « Là où des données astronomiques étaient à sa portée, il commençait par s'en servir, pas toujours heureusement du reste comme l'atteste sa détermination de la latitude du sud de l'Inde dont

Hipparque a sévèrement rejeté les fondements. Là où les données astronomiques faisaient défaut, il cherchait une aide dans la comparaison de particularités climatériques, des produits naturels, de la température et surtout dans la réunion et la comparaison de stadiasmes et d'indications de direction des voyageurs. Hipparque, dont nous aurons à considérer plus tard la vaine tentative d'écarter cette méthode, combat d'une façon continue ces moyens auxiliaires non mathématiques, tandis que son antipode Strabon voudrait déclarer que la concordance de ces moyens est plus sûre que l'instrument astronomique. » Ce passage de Hugo Berger fait entrevoir à la fois l'énormité de la tâche qui incombait à Eratosthène et le solide bon sens avec lequel il l'a menée à bien. Il ne nous reste qu'un seul exemple des tâtonnements et recoupements qui lui ont servi à construire sa carte. On le trouve chez Strabon au début du livre II et notamment ch. I, §§ 3, 5 et 11. C'est la description du procédé grâce auquel Eratosthène a établi les correspondances sur lesquelles il a fondé sa réforme de la carte d'Asie (fig. 9). Il part d'une route connue, à la fois maritime et terrestre et qui longeait au nord la grande chaîne taurique, d'Amisus sur le Pont au sud de la Caspienne puis à Bactres et en Scythie ; elle était considérée comme ayant une direction générale (1) d'est en ouest ainsi que son prolongement vers l'Hellespont où elle coupait la ligne méridienne de largeur. Eratosthène constate d'autre part que Patrocle donne à l'Inde, le long de l'Indus, une largeur (nord-sud) de 15.000 stades et que les itinéraires d'Alexandre évaluent dans cette région la largeur de la bande montagneuse

1. Strabon (III A 11) indique sur quels faits complexes était basée cette prémisses : directions de navigations et des vents, productions de la terre, levers de soleil, saisons, etc. L'orientation de cette route était en somme déterminée par divers stadiasmes, confirmés par toute une série d'observations échelonnées le long de son étendue. Ainsi, là comme ailleurs, à la base du raisonnement d'Eratosthène il y a un schéma issu de probabilités compliquées. Mais les précautions indiquées par Strabon prouvent avec quel soin Eratosthène avait établi sa base de repérage.

Fig 9. — Un exemple des constructions et des approximations de la carte ératosthénienne



LÉGENDE

|| Méridien mesuré

— + — + Lignes d'équilibre résultant d'observations combinées (astronomiques, itinéraires, climatiques, etc.).

— Lignes d'équilibre tirées de stadiasmes

----- Lignes d'équilibre venant d'évaluations de voyageurs.

— Parallèle affirmé comme résultant de la comparaison des lignes d'équilibre.

▨ Largeur, dans sa partie la plus sûre, du parallèle fondamental.

▴ Schéma de l'approximation acceptée.

à 3.000 stades. Si l'on reporte sur le méridien fondamental ces deux mesures, en partant de Méroé que l'on sait, par ailleurs et en raison d'analogies astronomiques et climatériques (III A 2), être à la même latitude que le sud de l'Inde, on constate que le parallèle de l'Hellespont est à 18.100 stades de Méroé, c'est-à-dire presque exactement à la latitude du rebord septentrional de la grande chaîne. Mais d'autre part entre Issus, placé au pied du rebord méridional de cette chaîne et sur le parallèle d'Athènes (confondu par approximation avec celui de Rhodes), et Amisus, placée sur la route ouest-est déjà définie, les stadiasmes donnent 3.000 stades *environ*. Donc le nord de l'Inde, au pied de l'Imaüs-Taurus, peut être considéré comme placé sur le parallèle fondamental Athènes-Issus et la grande chaîne comme orientée d'ouest en est, ce qui reporte l'Inde plus au Sud qu'on ne le faisait et modifie toute la carte d'Asie. Ces conclusions sont d'ailleurs restées admises par presque tous les géographes de l'antiquité. Voilà les moyens compliqués et indirects par lesquels Eratosthène est arrivé à établir les grandes lignes de sa carte.

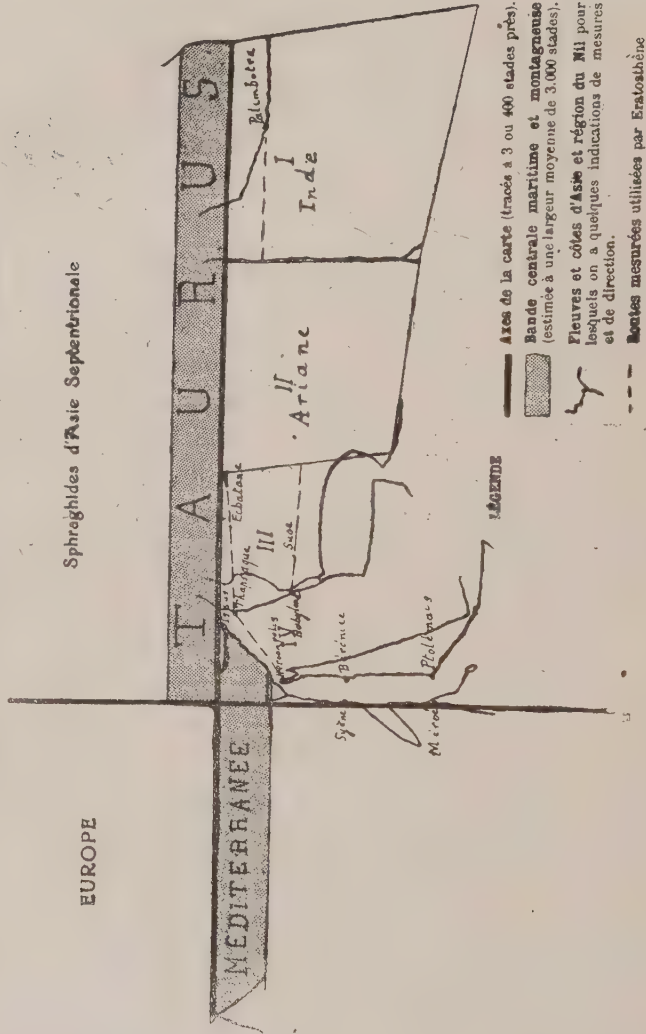
La méthode étant ainsi précisée il ne reste qu'à en présenter sommairement les résultats.

Les sphragides

Ceux qui ont parlé des sphragides s'en sont toujours tenu à leur tracé géométrique. Ce n'est pas bien comprendre la nature de l'œuvre d'Eratosthène. S'il a construit sa carte avec des figures géométriques, appuyées du mieux qu'il a pu sur ses coordonnées fondamentales, ce n'était pas pour le plaisir de décomposer le monde connu en carreaux de différentes formes et grandeurs. C'était pour fournir des cadres plus sûrs à la description des pays et des peuples. Eratosthène a rempli ses cadres à mesure qu'il les traçait. Ce qui distingue de l'ancienne *periodos* la périégèse perfectionnée, sinon fon-

dée, par lui, c'est qu'elle suit dans son exposé une progression méthodique et qu'elle est basée sur une division de l'oïcoumène en parties mesurables et logiquement combinées.

Fig. 10. — LES GRANDES LIGNES DU TRACÉ ÉRATOSTHÉNIEN
(reconstitution limitée aux données et mesures certaines qui subsistent)



C'est aussi que dans chacune de ces parties on retrouve les divers traits dans le même ordre : ainsi d'un bout à l'autre de la peinture de la terre (géographie) on aura des tableaux qui,

tout en gardant chacun son originalité, auront aussi l'air de famille qui convient aux aspects multiples de ce même objet, le domaine de l'homme. C'est là en effet le véritable sens du mot oïcoumène et, en essayant d'en apporter une description rationnelle, Eratosthène a été le véritable fondateur de la géographie humaine, tout comme par son traité des Mesures il a été le fondateur de la Géophysique.

C'est donc seulement sous le bénéfice de cette observation que l'on exposera sommairement la division géométrique de la terre habitée puis la périégèse à laquelle elle servait seulement de cadre.

Eratosthène a partagé l'oïcoumène en deux séries successives de sections ou, pour employer ses propres termes, de carreaux (πλινθία) ou parcelles cadastrales (σφραγίδες) (fig. 10).

La première série sert de point d'appui à la seconde. Elle comprend dans la moitié orientale de la carte une bande montagneuse, large de 3.000 stades, placée au nord du parallèle fondamental, d'Issus au cap Tamara, à l'extrémité de l'Inde ; elle paraît avoir été limitée à l'ouest par le méridien Rhodes-Hellespont (III A 5). Elle coupe ainsi l'Asie en deux versants l'un tourné vers le nord, l'autre vers le sud et y détermine trois grandes régions naturelles dont la plus élevée, au centre, est la plus mince. A l'ouest s'étend, d'Issus aux Colonnes, c'est-à-dire sur une longueur moitié moindre mais avec une largeur *moyenne* analogue, la mer Intérieure, ayant d'une manière générale sa limite septentrionale sur le parallèle fondamental qui « traverse la mer et longe les continents qui la bordent ». C'est la juxtaposition, de part et d'autre de ce parallèle, de ces deux bandes, l'une maritime, l'autre montagneuse, que Strabon a essayé de traduire en parlant, dans un langage tout à fait maladroit, d'un parallélogramme central dont le diaphragme serait la diagonale. C'est également cette disposition que Varron a visée en disant qu'Eratosthène avait partagé *secundum naturam* la terre en deux parties tournées l'une vers le Nord, l'autre vers le midi.

En tout cas la seconde série de sections a été rangée de part et d'autre de chacune de ces deux bandes médianes : ce sont celles-là que l'on appela à proprement parler des sphragides. On ne peut malheureusement plus retrouver d'indications que sur un très petit nombre d'entre elles, formant deux groupes distincts. Le plus mal connu (III B 97 et 92) comprend les sections péninsulaires placées dans la Méditerranée au nord du diaphragme. On peut seulement y déterminer trois sphragides séparées par des mers (Ibérie, Italie, ensemble des pays situés entre l'Adriatique, le Pont-Euxin et le Tanaïs). La troisième paraissait à Polybe mal délimitée et il est difficile d'en apprécier la forme et l'étendue. Pour aucune des trois la figure n'est précisée : quelque vraisemblable que paraisse la conjecture, on ne peut affirmer que ce soit d'Eratosthène que viennent les comparaisons célèbres comme la peau de bœuf de l'Ibérie, le triangle italien avec sa base aux Alpes et la feuille de platane du Péloponèse.

Le second groupe de sphragides est, grâce à la critique d'Hipparque conservée par Strabon, beaucoup mieux connu et, comme les citations descriptives faites par Strabon s'appliquent toutes à des parties de ces sections, c'est là aussi seulement qu'on peut aujourd'hui atteindre avec quelque netteté la périégèse ératosthénienne. Pour chacune des quatre sphragides que nous connaissons ainsi Eratosthène a déterminé des limites linéaires aussi rectilignes qu'il l'a pu et dont le côté septentrional est réputé suivre le bord méridional du parallélogramme montagneux. Ces limites extérieures sont appuyées le plus souvent à un accident physique (chaîne, côte ou fleuve) et dessinent une figure géométrique simple dont on donne les dimensions. Partout où le cadre artificiel ainsi construit coupe une réalité géographique Eratosthène l'indique loyalement avec précision. En somme ces tracés géométriques ressemblent beaucoup à ceux qu'on emploie encore aujourd'hui lorsqu'on dit : la France est comprise dans un hexagone régulier ou la péninsule indienne a la forme

d'un triangle. Elle servent donc à répertorier les pays plutôt qu'à les délimiter ou à les décrire. Mais elles sont un moyen de simplification graphique commode et susceptible de mesures en rapport avec l'étalon dérivé de l'évaluation du plus grand cercle terrestre. A une époque où l'on ne pouvait disposer d'un réseau de parallèles et méridiens Eratosthène proposait un procédé empirique grossier mais commode pour tracer une carte plate approximative mais qui constituait sur les essais antérieurs un progrès incontestable. Les observations laissées par lui sur les faiblesses de son dessin prouvent que là comme ailleurs il en appréciait la valeur et la portée.

Voici les caractéristiques essentielles des sphragides qui nous restent.

La première comprend l'Inde, encadrée dans une sorte de losange solidement construit : le bord méridional de la grande chaîne forme le côté nord, l'Indus le côté ouest, la mer australe et la mer orientale les deux autres. La figure est bien rectiligne, les dimensions en sont déterminées avec beaucoup de soin : c'est le modèle du genre.

La seconde section est l'Ariane dont trois côtés sont également appuyés à des lignes physiques nettes : l'Indus, la grande chaîne et la mer australe. Mais le côté occidental est absolument factice. Eratosthène reconnaît lui-même qu'en le traçant, des Portes Caspiennes au nord à l'extrémité orientale du golfe Persique, il lui fait traverser divers peuples. L'Ariane forme un quadrilatère dont les côtés sont presque parallèles deux à deux et dont les dimensions sont encore bien établies.

La troisième sphragide est plus contestable. Le côté nord suit encore la grande chaîne jusqu'aux Portes Caspiennes ; le côté occidental longe l'Euphrate mais Eratosthène avoue qu'il n'a pas de mesure exacte de distance pour la partie comprise entre Thapsaque et le pied des monts. Le côté oriental est déjà assez artificiel. Quant au côté méridional, constitué par le rivage du golfe Persique, Eratosthène ne peut en éva-

luer la longueur qu'en l'assimilant à la route royale Babylone-Suse-Carmanie qui lui est à peu près parallèle. Aussi la description est-elle assez sommaire, dit Strabon, et les distances sont données d'après plusieurs itinéraires dont certains sont anonymes, ainsi que l'avoue Eratosthène. Dans l'état actuel de notre documentation, et bien que nous connaissions assez exactement les dimensions données par Eratosthène au golfe Persique, il est impossible de tracer avec certitude ou même probabilité le côté méridional de cette sphragide. C'est sur elle que semble, d'après Strabon, avoir porté le fort de la critique d'Hipparque. C'est pour la rectifier que celui-ci a été amené à substituer au tracé schématique mais réaliste d'Eratosthène un réseau de triangles géométriques mais trop théoriques qui marque, à mon avis, l'origine première du système de déformations cartographiques qui a abouti aux tracés de l'Istakri. Gosselin dans la traduction française de Strabon (I p. 213) a reconstitué assez heureusement les triangles d'Hipparque.

Pour la quatrième sphragide nos renseignements sont incomplets et peu nets : il semble qu'Eratosthène l'ait limitée à l'ouest par une droite oblique à la grande chaîne et allant de Thapsaque à Peluse par Héroonpolis ; c'était le tracé d'une route connue pour laquelle on pouvait avoir une mesure assez exacte... Là s'arrête malheureusement notre documentation.

Au total, si informes que soient les débris du système, on reconnaît que, bien que nous le connaissions surtout par ses imperfections, il constituait un progrès réel. Il obligeait à établir d'une manière plus serrée que jadis une proportion exacte entre les divers groupes de régions naturelles. Il permettait de saisir avec une certaine précision les rapports topographiques qui existaient entre elles. Il fournissait des cadres grossiers mais assez nets à la description proprement dite. Le malheur est que pour le construire il fallait des mesures sérieuses : or même pour l'Asie hellénisée cet élément

manquait terriblement. C'est d'ailleurs l'écueil auquel se sont heurtées dans l'antiquité toutes les tentatives de description géographique. En somme la carte d'Eratosthène était une véritable construction logique, composée par l'assemblage, autour de deux axes rectangulaires bien mesurés, de pièces de marqueterie ou carreaux dont les dimensions, les contours schématiques et l'orientation étaient définis avec précision. Cet empirisme géométrique n'était proposé que comme un ensemble d'approximations parfois grossières mais toujours étayées le plus possible par des réalités physiques. La construction ératosthénienne n'était nullement destinée à se substituer aux faits mais simplement à en rendre la description moins flottante et mieux équilibrée. Mais c'est celle-ci qui demeure l'essentiel.

Le périégèse

Le dernier élément de la description géographique de l'oïcoumène est la peinture même des pays contenus dans les diverses sphragides. Ici notre documentation se compose de deux catégories très différentes de renseignements. Strabon a conservé sur l'Inde, l'Ariane, le golfe Persique, l'Arabie et la région du Nil d'assez larges extraits qui permettent de se faire une idée nette de la manière d'Eratosthène. En dehors de ces fragments il ne reste à peu près rien d'utilisable. Sans doute certains textes permettent d'apercevoir un détail qui prouve la conscience et l'intelligence avec laquelle a travaillé Eratosthène. Le soin avec lequel il a rectifié ou expliqué certains noms de lieux (1), certains accidents physiques célestes (2), corrigé le tracé de fleuves (3), décrit la forme d'une

1. Assyres pour Assyriens. Gadeira mis au féminin. Tarsos changé en Tersos à cause de étymologie.

2. Les Symplégades dont le nom est heureusement modifié en Synormades comme conclusion d'une bonne définition du phénomène légendaire.

3. Le Phase, le Titène.

mer (1) indiqué une vue heureuse sur les crues du Nil, etc. pourraient ici fournir matière à des observations intéressantes. Sans doute ce qu'on sait du dessin attribué par lui à certaines presqu'îles occidentales (2) ferait pardonner les grosses erreurs commises dans ce qu'on appelle aujourd'hui la péninsule des Balkans. Mais en dehors des citations tirées des sphragides d'Asie il ne reste pas d'éléments suffisants pour ce qui seul nous préoccupe ici, la définition de la méthode et de la pensée d'Eratosthène.

Le procédé ératosthénien paraît avoir été partout le même. Eratosthène commence par décrire topographiquement le contour de la sphragide, ses limites, selon son expression. Pour cela il définit le point de départ et le point d'arrivée de chaque ligne puis sa longueur en stades et il précise souvent en énumérant, dans un sens déterminé, les peuples traversés par elle. Il donne ensuite les dimensions intérieures de la figure en longueur, c'est-à-dire dans le sens du parallèle, et en largeur, c'est-à-dire dans le sens du méridien. Cette première partie de la description est très bien exposée au début de l'extrait sur l'Inde ; l'énumération des peuples voisins de la ligne de l'Indus dans l'Ariane est également à retenir ; la description de la côte du golfe Persique est inspirée du même esprit. La section étant ainsi définie, Eratosthène passe à son contenu. Il s'efforce d'abord d'y déterminer, au moyen des fleuves dont il précise la direction générale, des lignes intérieures de repérage sur lesquelles il place les villes et grâce auxquelles il indique l'emplacement des différents peuples ; parfois il ajoute à ce dessin linéaire des cours d'eau des mesures en stades. Le Nil est le modèle de ce genre de description ; le Gange, l'Indus, le Tigre viennent ensuite ; il reste pour l'Ister des traces d'efforts analogues. Lorsqu'Eratosthène n'a pas de fleuves à sa disposition il s'en tient à l'énu-

1. Le Pont-Euxin assimilé à un arc scythique bandé, la Caspienne, les golfes Persique et Arabique.

2. L'Italie, l'Ibérie, la presqu'île des osismiens en Gaule.

mération des peuples mais dans un ordre compréhensible, du nord au sud par exemple en Arabie. Le reste de la description paraît avoir consisté exclusivement dans l'exposé des accidents physiques locaux originaux ou célèbres et spécialement de ceux relatifs au régime des eaux (crues et pertes souterraines des fleuves) quelquefois aussi d'un détail de flore ou de faune (1) (les pins du delta de l'Ister, comparaison des faunes de l'Inde et de l'Ethiopie). Mais évidemment pour lui le but suprême est partout d'arriver à la description de l'activité humaine, à laquelle la géographie ne lui paraît fournir que le cadre. A ce point de vue son chef-d'œuvre me paraît être sa description de l'Arabie dans laquelle la peinture des conditions économiques d'existence aboutit à la classification des peuples et à des notions sur leur vie politique. Hugo Berger a terminé son chapitre sur Eratosthène par la citation intégrale de ce passage caractéristique.

CONCLUSION

Cette périégèse se distingue par un effort visible d'ordre et de précision et elle est restée très goûtée assez longtemps. On a même pu se demander avec quelque raison si Strabon lui-même n'était pas pour l'Asie plus souvent que ne le dit l'écho d'Eratosthène et si, dans les parties mêmes où il a affecté de le passer sous silence, il ne s'inspirait pas quelquefois de lui. C'est poser une question insoluble. Par contre il est certain qu'une des plus célèbres périégèses de l'antiquité, celle de Denys, a été ouvertement une versification presque continue des données ératosthéniennes.

Cependant la périégèse d'Eratosthène ne me semble pas

1. Je signale à ce sujet un fragment oublié par Hugo Berger et relatif à la maturation de certaines racines de l'Inde (Strabon XV, 1 § 20). Il y a d'ailleurs pour les questions de flore soulevées par la géographie antique un bon travail du Dr Meyer, *Botanische Erläuterungen Zu Strabo's Geographie*. Königsberg, 1852, in-8.

être aussi originale que sa géophysique. L'idée de découper l'oïcoumène en sections subordonnées les unes aux autres se trouve déjà dans Hérodote (IV 38 et suivants) : les *ἄχται* sont les ancêtres directs des sphragides et, si la tentative était restée trop vague et trop partielle, Eratosthène n'a pu l'ignorer. Il y a d'ailleurs entre sa carte et l'essai d'Hérodote la différence qui existe entre l'ébauche et le chef-d'œuvre. Le procédé de description périégétique est un écho plus direct encore d'Hérodote. Lorsque celui-ci (IV 100 et suiv.) décrit la Scythie il commence ainsi : « La Scythie est un carré qui a deux côtés sur la mer ; l'espace qu'elle occupe dans l'intérieur est égal à celui qu'elle a le long des côtes. Elle a 4.000 stades ou 20 jours de marche de côté ». Et la description des fleuves scythiques et des peuples qu'ils limitent est aussi précise à bien des égards que celle d'Eratosthène.

Est-ce à dire que celle-ci ne lui soit pas supérieure ? Evidemment non. Mais, alors que sur presque tous les points de la géophysique l'illustre Cyrénéen se montre un créateur puissant et heureux, dans plusieurs des parties de sa Géographie on lui trouve des faiblesses et des prédécesseurs directs. C'est surtout dans la partie historique et négative qu'il a réussi pleinement. Quand il s'est agi de construire il a tant soit peu bâti sur le sable. Obligé de se servir de matériaux insuffisants et de moyens de classification précaires, il est néanmoins remarquable par l'effort vraiment formidable de synthèse qu'il a tenté et par l'esprit de méthode qu'il y a apporté. L'antiquité a été sensible à ces qualités mais les défauts ont frappé tout le monde. Eratosthène a irrité contre lui les mathématiciens purs comme Hipparque, qui trouvait qu'au point de vue géométrique des constructions comme les sphragides ne constituaient pas un progrès réel sur l'état antérieur. Il a été violemment attaqué par les géographes descriptifs, dont l'injustice a été en s'accroissant de Polybe à Strabon et de Polémon à Marcien d'Héraclée. Son attitude à l'égard d'Homère lui a valu dans les milieux doctrinaux ou

traditionalistes de véritables ennemis qui l'ont traité tant soi peu en iconoclaste.

Aujourd'hui nous sommes portés à apprécier plus favorablement sa tentative. En effet nous constatons que pour la première fois il a tiré un système de description du monde de l'amas de matériaux épars jusque-là dans cent ouvrages ; surtout nous voyons qu'après une poussée formidable de découvertes géographiques en tout genre il fallait quelqu'un capable d'en sortir dans les pires conditions une synthèse ; enfin, si nous nous rendons compte des insuffisances, nous comprenons aussi les difficultés qui ont été vaincues ainsi que l'importance des résultats qui ont été acquis et dont les conséquences, vingt-deux siècles plus tard, n'ont pas encore toutes disparu.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Nous voilà parvenus au terme d'une étude ingrate et variée mais dont la nécessité s'imposait et que les maladresses critiques de certains commentateurs rendaient peut-être plus difficile encore que le mauvais état des documents eux-mêmes.

Les conclusions des diverses parties ne paraissent assez explicites pour qu'il n'y ait pas à les répéter. Je voudrais seulement qu'il me fut permis en terminant de dire nettement ce que j'aurais désiré faire.

Mon but a été d'abord de sortir de leur gangue les débris géographiques d'Eratosthène et de les classer de manière que chacun d'eux reprit la place, la forme et l'importance qui lui reviennent. Il a fallu pour cela les séparer d'abord complètement de la végétation critique parfois touffue qui avait envahi certains d'entre eux puis les ordonner d'une manière nouvelle et conforme à la nature des deux traités originaux.

Mon intention était ensuite, pour tous les points où une certitude ne pouvait être atteinte, d'indiquer le degré de probabilité ou de vraisemblance des opinions auxquelles je me ralliais ou que j'émettais moi-même. L'inventaire des documents et l'estimation exacte de leur valeur ont donc tenu une grande place et le désir d'éviter les conjectures pures a amené à des éliminations qui paraîtront peut-être excessives parfois et dont certaines, je l'avoue, m'ont coûté.

Mon effort a tenté surtout de replacer les manifestations si variées de l'activité géographique d'Eratosthène dans le milieu où elles se sont produites et sans l'intelligence duquel

il est presque impossible de bien les comprendre, en raison de leur caractère propre et aussi de l'état dans lequel elles nous sont parvenues. C'était une tentative hasardeuse autant qu'indispensable.

Pour cette mise au point de l'œuvre géographique d'Eratosthène il fallait procéder à la synthèse et à la révision de plusieurs siècles de travaux d'érudition, ne fût-ce que pour donner à ceux qui me suivront une orientation plus conforme aux besoins de l'esprit critique. C'était seulement à ce prix qu'on pouvait atteindre le fond solide du sujet, c'est-à-dire la reconstitution de la pensée ératosthénienne.

Je n'ai certainement pas pu, à moi seul, arriver à accomplir parfaitement un aussi gros effort. Puissé-je au moins avoir un peu déblayé le terrain et ne pas m'être trop trompé sur la route à suivre.

Vu, le 14 octobre 1921 :
Le Doyen de la Faculté des lettres
de l'Université de Paris,

F. BRUNOT

Vu et permis d'imprimer :
Le Recteur de l'Académie de Paris

P. APPELL

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
OBSERVATIONS PRÉLIMINAIRES.....	1-10
Importance de l'œuvre géographique d'Eratosthène ; position de la question ; division du travail ; indications bibliographiques générales.	

PREMIÈRE PARTIE

L'HOMME ET LE MILIEU

CHAPITRE PREMIER. — <i>Bibliographie spéciale</i>	11-23
Etat de la question ; étude des œuvres ; la méthode suivie.	
CHAPITRE II. — <i>Essai de chronologie ératosthénienne</i>	24-47
1° <i>Chronologie fondamentale</i> (durée de la vie d'Eratosthène d'après nos sources ; les hypothèses d'origine zénonienne ; les dernières interprétations du texte de Strabon) ;	
2° <i>Chronologie du séjour à Athènes et en Egypte</i> : les documents et leur critique ; le séjour à Athènes (les conclusions des xvii ^e et xviii ^e siècles ; le système germanique des biographies parallèles) ; l'arrivée en Egypte et la nomination à la bibliothèque ; conclusion.	
CHAPITRE III. — <i>L'Homme et le Milieu</i>	48-63
Cyrène et Athènes au temps de la jeunesse d'Eratosthène ; Eratosthène et le milieu alexandrin ; place de la géographie dans l'œuvre ératosthénienne.	

DEUXIÈME PARTIE

LA DESCRIPTION MATHÉMATIQUE DU GLOBE

CHAPITRE PREMIER. — <i>Les Documents</i>	65-78
1° <i>La Source originelle</i> : la découverte du nouveau traité ératosthénien ; le contenu de ce traité ; la nature du traité et sa portée ;	
2° <i>Nos documents actuels</i> .	

CHAPITRE II. — <i>Les Commentateurs</i>	79-93
Les points négligés ; les anciens commentateurs de la mesure de la terre ; cause de la déviation moderne des commentaires ; les déviations successives (la déviation mathématique ; la déviation géodésique et romantique) ; conclusion.	
CHAPITRE III. — <i>Le Principe de la géophysique ; la sphère terrestre</i> ...	94-127
Le principe de la Géophysique ; définition générale de la sphère terrestre (les documents ; la sphéricité de la terre) ; le sphéroïde (la notion de la forme sphéroïdale ; la mesure des inégalités de la surface) ; la cosmographie du sphéroïde (place de la terre dans l'univers ; le soleil et la lune par rapport à la terre ; l'obliquité de l'écliptique) ; conclusion.	
CHAPITRE IV. — <i>La Mesure de la circonférence terrestre</i>	128-164
Introduction ; la mesure d'un arc de méridien ; la mesure de la distance Syène-Alexandrie ; le calcul de la circonférence terrestre ; conclusion.	
CHAPITRE V. — <i>La géométrie de la surface terrestre</i>	165-185
Les zones (les zones au point de vue géométrique ; les zones au point de vue descriptif) ; la rose des vents ; conclusion.	

TROISIÈME PARTIE

LA DESCRIPTION GÉOGRAPHIQUE DE LA TERRE HABITÉE

CHAPITRE PREMIER. — <i>Documents et commentateurs ; les prolégomènes historiques</i>	187-207
Les documents et les commentateurs ; les prolégomènes historiques (le domaine primitif de la géographie hellénique ; les progrès décisifs dans la connaissance de l'oïcoumène).	
CHAPITRE II. — <i>La Description géographique de l'oïcoumène (méthode et préliminaires)</i>	208-229
Les documents et la déformation traditionnelle ; la méthode critique d'Eratosthène ; les préliminaires de l'œuvre géographique d'Eratosthène (l'insularité de l'oïcoumène ; le rejet des divisions traditionnelles de l'oïcoumène).	
CHAPITRE III. — <i>La Description géographique de l'oïcoumène (mesure générale et description périégétique)</i>	230-251
La mesure générale de l'oïcoumène (définition de l'oïcoumène par rapport à la sphère ; définition métrique de l'oïcoumène) ; la description périégétique (la méthode ; les sphragides ; la périégèse).	
CONCLUSION GÉNÉRALE.....	252-253

